

**PENERAPAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK
MEMPREDIKSI INDEKS HARGA SAHAM *JAKARTA ISLAMIC INDEX***

SKRIPSI

**OLEH
ISMALIAH UMMU SHOLIKHAH
NIM. 15610122**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PENERAPAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK
MEMPREDIKSI INDEKS HARGA SAHAM *JAKARTA ISLAMIC INDEX***

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**OLEH
ISMALIAH UMMU SHOLIKHAH
NIM. 15610122**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PENERAPAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK
MEMPREDIKSI INDEKS HARGA SAHAM *JAKARTA ISLAMIC INDEX***

SKRIPSI

**Oleh
Ismaliah Ummu Sholikhah
NIM. 15610122**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 22 Februari 2021

Pembimbing I,



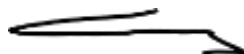
Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si
NIDT. 19900709 20180201 2 228

Pembimbing II,



Juhari, M.Si
NIDT.19840209 20160801 1 055

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

**PENERAPAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK
MEMPREDIKSI INDEKS HARGA SAHAM *JAKARTA ISLAMIC INDEX***

SKRIPSI

**Oleh
Ismaliah Ummu Sholikhah
NIM. 15610122**

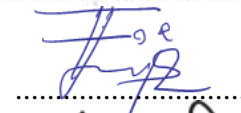
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Tanggal 22 Februari 2021

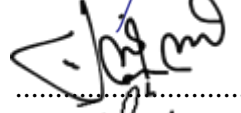
Penguji Utama : Abdul Aziz, M.Si



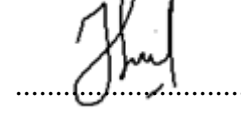
Ketua Penguji : Fachrur Rozi, M.Si



Sekretaris Penguji : Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si



Anggota Penguji : Juhari, M.Si



Mengetahui
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

MOTO

“Just smile and laugh as much as you can.

hide the pain you have as best as you can even though in front of them

you want to scream. welcome to life”

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Kedua orang tua, terutama ibu Sri Rosani yang telah memberikan do'a, kasih sayang dan support yang menjadi tujuan utama saya, kakak dan adik terbaik Fayadhonor Rahmawati dan ahmad Fakhruddin Ar-Rozi yang selalu memberi semangat untuk berjuang serta penulis yang sudah melakukan yang terbaik dalam menyelesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji bagi Allah Swt yang selalu melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Penerapan *Artificial Neural Network* untuk Memprediksi Indeks Harga Saham *Jakarta Islamic Index*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan terutama kepada:

1. Prof. Dr. Abd. Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku ketua Program Studi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ria Dhea Layla N.K., M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi, dan pengalaman berharga kepada penulis.

5. Juhari, M.Si, dan Angga Dwi Mulyanto, M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan berbagi ilmu kepada penulis.
6. Segenap sivitas akademika Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya.
7. Ibu dan saudara-saudara tercinta penulis yang selalu memberikan doa, semangat support dan motivasi sampai saat ini.
8. Teman terbaik penulis, yang selalu membantu, menemani dan memberi support penulis sehingga mau mengerjakan skripsi ini,.
9. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materil.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat, kebarokahan, dan karunia-Nya kepada kita semua. Selain itu, penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya. *Aamiin.*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, 22 Februari 2021

Penulis

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ismaliah Ummu Sholikhah

NIM : 15610122

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Penerapan *Artificial Neural Network* untuk Memprediksi Indeks
Harga Saham *Jakarta Islamic Index*

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Malang, 22 Februari 2021
Yang membuat pernyataan,

Ismaliah Ummu Sholikhah
NIM. 15610122



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGAJUAN

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

HALAMAN MOTTO

HALAMAN PERSEMBAHAN

KATA PENGANTAR..... vii

DAFTAR ISI..... ix

DAFTAR GAMBAR..... xi

DAFTAR TABEL xii

ABSTRAK xiv

ABSTRACTxv

ملخص..... xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar belakang	1
1.2	Rumusan masalah.....	3
1.3	Tujuan penelitian.....	3
1.4	Batasan masalah	3
1.5	Manfaat penelitian.....	3
1.6	Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	<i>Artificial Neural Network</i> (Jaringan Syaraf Tiruan)	5
2.1.1	Arsitektur ANN	7
2.1.2	Algoritma <i>Backpropagation</i>	10
2.1.3	Fungsi Aktivasi	15
2.1.4	Nilai MSE dan MAPE	15
2.2	Saham	17
2.2.1	Ciri-ciri Saham.....	18
2.2.2	Syarat Saham Syariah	19
2.2.3	Jenis Indeks Harga Saham	20
2.2.4	Jam Perdagangan Saham	21
2.2.5	Dasar Hukum Saham Syariah	23
2.3	<i>Artificial Neural Network</i> dalam Al-Qur'an	25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Jenis dan Sumber Data	27
-----	-----------------------------	----

3.2	Variabel penelitian	27
3.3	Pengolahan Data.....	28

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Statistika Deskriptif.....	31
4.2	Normalisasi Data	33
4.3	Pembagian Data.....	33
4.4	Pengisialisasikan Bobot Awal.....	35
4.5	Proses ANN <i>Backpropagation</i>	35
4.6	Menghitung MSE.....	42
4.7	Menghitung MAPE	43
4.8	Prediksi Nilai Indeks Harga Saham JII	44
4.9	Integrasi Kajian Tentang <i>Artificial Neural Network</i>	46

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran.....	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Model Sistematis Non-Linier dari suatu <i>Neuron</i>	6
Gambar 2.2	Arsitektur ANN	8
Gambar 2.3	Jaringan Lapisan Tunggal	9
Gambar 2.4	Jaringan Lapisan Banyak	9
Gambar 2.5	Jaringan <i>Reccurent</i>	10
Gambar 2.6	Algoritma 1 Fase <i>Feedforward</i>	11
Gambar 2.7	Algoritma 2 Fase <i>Backpropagation</i>	13
Gambar 2.8	Grafik Fungsi Sigmoid Biner	15
Gambar 4.1	Grafik Harga Indeks Saham JII	31
Gambar 4.2	Plot Arsitektur ANN <i>Hidden Layer</i> 3-2	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Range</i> Nilai MAPE	16
Tabel 2.2	Jam Perdagangan	22
Tabel 2.3	Agenda Pra Pembuka	22
Tabel 2.4	Agenda Pra Penutupan	22
Tabel 2.5	Agenda Pasca Penutupan	22
Tabel 4.1	Nilai <i>Mean</i> , <i>Max</i> , <i>Min</i> , <i>Varians</i> , Simpangan Baku dan Rata	31
Tabel 4.2	Hasil Normalisasi	33
Tabel 4.3	Nilai Data <i>Training</i>	34
Tabel 4.4	Nilai Data <i>Testing</i>	34
Tabel 4.5	Bobot Awal <i>Hidden Layer 1</i>	35
Tabel 4.6	Bobot Awal <i>Hidden Layer 2</i>	35
Tabel 4.7	Bobot Awal <i>Hidden Layer 2</i> ke <i>Output</i>	35
Tabel 4.8	Sinyal <i>Input</i> dari <i>Input Layer</i> ke <i>Hidden Layer 1</i>	36
Tabel 4.9	Sinyal <i>Output</i> di <i>Hidden Layer 1</i>	36
Tabel 4.10	Sinyal <i>Input</i> dari <i>Hidden Layer 1</i> ke <i>hidden Layer 2</i>	36
Tabel 4.11	Sinyal <i>Output</i> di <i>Hidden Layer 2</i>	36
Tabel 4.12	Sinyal <i>Input</i> dari <i>Hidden Layer 2</i> ke <i>Output Layer</i>	37
Tabel 4.13	Sinyal <i>Output</i> di <i>Output Layer</i>	37
Tabel 4.14	Koreksi Bobot Bias di <i>Hidden Layer 2</i> terhadap <i>Output Layer</i>	37
Tabel 4.15	Faktor Kesalahan di <i>Hidden Layer 2</i>	38

Tabel 4.16	Koreksi Bobot dan Bias <i>Hidden Layer</i> 1 terhadap <i>Hidden Layer</i> 2	38
Tabel 4.17	Faktor Kesalahan di <i>Hidden Layer</i> 1	38
Tabel 4.18	Koreksi Bobot dan Bias <i>Hidden Layer</i> 1 terhadap <i>Input Layer</i>	39
Tabel 4.19	Bobot Akhir <i>Hidden Layer</i> 1	39
Tabel 4.20	Bobot Akhir <i>Hidden Layer</i> 2	39
Tabel 4.21	Bobot Akhir <i>Hidden Layer</i> 2 ke <i>Output</i>	39
Tabel 4.22	Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi MSE	42
Tabel 4.23	Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi MAPE	43

ABSTRAK

Sholikhah, Ismaliah Ummu. 2021. **Penerapan *Artificial Neural Network* untuk Memprediksi Indeks Harga Saham *Jakarta Islamic Index***. Skripsi Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Ria Dhea Layla N.K., M.Si, (II) Juhari, M.Si

Kata Kunci : akurasi, *Artificial Neural Network*, *Backpropagation*, Harga saham *Jakarta Islamic Index*, Peramalan

Peramalan merupakan cabang ilmu yang digunakan untuk memprediksi kejadian yang mungkin terjadi di masa yang akan datang berdasarkan kejadian dari masa lampau. Salah satu model peramalan yang berkembang adalah *Artificial Neural Network* yang menggunakan algoritma *backpropagation*. *Artificial Neural Network* merupakan salah satu model peramalan yang memiliki tingkat efektifitas yang baik dan bisa dikatakan nyaris sempurna. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat model yang digunakan untuk memprediksi harga saham *Jakarta Islamic Index* dan menganalisis peramalan harga saham pada *Jakarta Islamic Index* menggunakan *Artificial Neural Network* bulan september 2014 hingga oktober 2020 sebanyak 74 data. Diperoleh model peramalan indeks harga saham *Jakarta Islamic Index* menggunakan *Artificial Neural Network* dengan model ANN *Backpropagation* yaitu 4:3:2:1 dimana terdapat 4 variabel pada *input layer*, 3 *hidden layer* pertama, 2 *hidden layer* kedua, dan 1 nilai *output*. Menghasilkan prediksi sebesar 532.83 dengan akurasi sebesar 98.643%. Selain itu kombinasi tersebut menghasilkan nilai MSE sebesar 0.001178338 dan nilai keakurasian model menggunakan MAPE sebesar 7.501516968% sehingga model peramalan tersebut sangat baik dan akurat.

ABSTRACT

Sholikhah, Ismaliah Ummu. 2021. **Application of Artificial Neural Network to Predict The Stock Price of Jakarta Islamic Index**. Thesis. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Advisor : (I) Ria Dhea Layla N.K., M.Si, (II) Juhari, M.Si.

Keywords: Accuracy, Artificial Neural Network, Backpropagation, Jakarta Islamic Index Stock Price, Forecasting

Forecasting is a branch of science used to predict events that may occur in the future based on events from the past. One of the evolving forecasting models is the Artificial Neural Network which uses backpropagation algorithms. Artificial Neural Network is one of the forecasting models that has a good level of effectiveness and can be said to be almost perfect. The study aims to find out how accurately the model used to predict the stock price of Jakarta Islamic Index and analyze stock price forecasting on Jakarta Islamic Index using Artificial Neural Network from September 2014 to October 2020 as many as 74 data. Obtained by Jakarta Islamic Index stock price index forecasting model using Artificial Neural Network with ANN Backpropagation model which is 4:3:2:1 where there are 4 variables in the input layer, 3 hidden layer first, 2 hidden layer second, and 1 output value. Produced a prediction of 532.83 with an accuracy of 98.643%. In addition, the combination produces an MSE value of 0.001178338 and the accuracy value of the model using MAPE of 7.501516968% so that the forecasting model is very good and accurate.

ملخص

صالحة، اسمالية أم. 2021. تطبيق الشبكة العصبية الاصطناعية للتنبؤ بمؤشر أسعار سهم مؤشر جاكارتا الإسلامي. الرسالة قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرفة الأولى (١) ريبا دييا ليلي نور حارسما، الماجستير. المشرف الثاني (٢) جوهري، الناجستير.

الكلمات الرئيسية: صحة، شبكة عصبية اصطناعية ، انتشار عكسي، سعر سهم مؤشر جاكارتا الإسلامي، التوقع.

التنبؤ هو فرع من فروع العلم يستخدم للتنبؤ بالأحداث التي قد تحدث في المستقبل بناءً على أحداث من الماضي. أحد نماذج التنبؤ المتقدمة هو **شبكة عصبية اصطناعية** تستخدم خوارزمية الانتشار العكسي. **شبكة عصبية اصطناعية** هي نموذج تنبؤ يتمتع بمستوى جيد من الفعالية ويمكن القول على أنه شبه مثالي. تهدف هذا البحث إلى تحديد مدى دقة النموذج المستخدم في التنبؤ بسعر سهم مؤشر جاكارتا الإسلامي وتحليل توقعات أسعار الأسهم على مؤشر جاكارتا الإسلامي باستخدام **شبكة عصبية اصطناعية** من شهر سبتمبر 2014 إلى أكتوبر 2020 ما يصل إلى 74 حقائق. فينال نموذج التنبؤ لمؤشر أسعار سهم مؤشر جاكارتا الإسلامي باستخدام **شبكة عصبية اصطناعية** مع نموذج ANN الانتشار العكسي وهي 4:3:2:1 حيث توجد 4 متغيرات في طبقة الإدخال، و 3 طبقات مخفية أولى، و 2 طبقات مخفية ثانية، 1 قيمة الإخراج. ينتج عن توقع 532.83 بدقة 98.643%. بالإضافة إلى ذلك ، ينتج عن هذه المجموعة قيمة MSE تبلغ 0.001178338 وقيمة دقة النموذج باستخدام MAPE هي 7.501516968% بحيث يكون نموذج التنبؤ جيداً ودقيقاً.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kehidupan sehari-hari manusia sering melakukan aktivitas seperti mengingat, mempelajari, menyimpan dan mengulang kembali apa yang telah dipelajari. Para ahli dalam dunia kedokteran terkadang membicarakan mengenai adanya sensor jaringan saraf, pengaktifan *neuron*, pembentukan koneksi baru atau memproses ulang pola-pola tingkah laku pada otak manusia. Seperti yang tercantum dalam surat At-Tiin ayat 4 yaitu:

لَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ فِي أَحْسَن تَقْوِيمٍ ﴿٤﴾

Artinya : “ *Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya.*” (Q.S. At-Tiin [95]:4)

Jaringan saraf tiruan dapat digunakan untuk memprediksi suatu nilai berdasarkan data aktual, contohnya memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Saham adalah tanda penyertaan atau kepemilikan seseorang maupun badan dalam suatu perusahaan. Bentuk dari saham berupa selebar kertas yang menunjukkan siapa pemilik atau pembeli saham tersebut (Susanto dan Suryadi, 2010). Saham yang dijalankan oleh suatu lingkup disebut bursa saham. Bursa saham yang terdapat di Indonesia dikelola oleh PT Bursa Efek Indonesia (BEI) atau *Indonesia Stock Exchange* (IDX). Dasar pertimbangan dalam indeks saham IDX adalah Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dimana semua emiten pada IDX digunakan sebagai komponen perhitungan indeks.

Berkembangnya praktik jual beli, secara umum dalam Islam telah menjelaskan secara tegas dimana jual beli dihalalkan sedangkan riba diharamkan sama halnya dengan saham. Namun semakin berkembangnya perekonomian, maka tercipta perekonomian syariah, yang menjadi awal mula dimana kegiatan ekonomi sesuai syariat Islam. Saham syariah adalah salah satu produk baru dalam perekonomian Islam sebagai sarana keuangan berbasis Islam. Berbagai perusahaan yang masuk dalam kategori saham syariah perlu diseleksi terlebih dahulu oleh Otoritas Jasa Keuangan (OJK) bersama dengan Dewan Syariah Nasional.

ANN diperkenalkan pertama kali oleh ahli saraf yaitu Warren McCulloch dan ahli logika bernama Walter Pitts pada tahun 1943. ANN adalah suatu model yang berpatokan terhadap cara kerja *neural* biologis. Menurut Kartalopoulos (1996) ANN memiliki nama lain sebagai “*black box*” karena tidak dapat menerangkan bagaimana suatu hasil didapatkan. Hal inilah yang membuat ANN mampu digunakan untuk menyelesaikan persoalan yang tidak terstruktur.

ANN memiliki pendekatan yang berbeda untuk memecahkan masalah bila dibandingkan dengan sebuah komputer. Umumnya komputer menggunakan pendekatan algoritma (komputer menjalankan sekumpulan perintah untuk memecahkan masalah). Jika suatu perintah tidak diketahui oleh komputer maka komputer tidak dapat memecahkan masalah yang ada. Sangat penting untuk mengetahui cara memecahkan suatu masalah pada komputer, sehingga komputer akan sangat bermanfaat jika dapat melakukan sesuatu ketika pengguna belum mengetahui cara melakukannya (Yani, 2005).

Penelitian sebelumnya yang ditulis oleh Wisnu Hendromartono dan Dian Hartanti mengenai “Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Metode *Backpropagation* dalam Memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan”, dimana penelitian tersebut menyimpulkan bahwa setelah bobot dan bias mengalami optimasi pada saat pelatihan dengan iterasi sebanyak 50 kali, hasil yang didapatkan senilai 0.0922114. Kemudian bobot dan bias dioptimalkan untuk meramalkan nilai IHSG periode mendatang, maka nilai MSE yang didapatkan adalah 0.0348015. Kondisi atau syarat sebuah metode peramalan yang baik adalah mampu memenuhi syarat nilai $MSE \leq 0.1$ (Hendromartono dan Hartanti, 2013).

Berdasarkan uraian diatas, penulis mencoba menerapkan jaringan saraf tiruan dalam memprediksi nilai indeks harga saham menggunakan metode *Backpropagation*. Data masukan yang digunakan adalah data nilai saham JII, kemudian diproses terlebih dahulu untuk mendapatkan bentuk model perhitungan dan mendapatkan hasil prediksi nilai indeks harga saham.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model dari ANN *Backpropagation* untuk memprediksi indeks harga saham JII menggunakan data bulan September 2014 hingga Oktober 2020?
2. Bagaimana keakuratan ANN menggunakan MAPE dalam prediksi indeks harga saham *Jakarta Islamic Index*?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah yang telah disebutkan maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui model dari ANN *Backpropagation* untuk memprediksi indeks harga saham JII dengan menggunakan data bulan September 2014 hingga Oktober 2020.
2. Mengetahui keakuratan ANN menggunakan MAPE dalam prediksi indeks harga saham *Jakarta Islamic Index*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian adalah data pada penelitian didapatkan dari website resmi BEI (Bursa efek Indonesia) atau IDX dengan data indeks saham JII (*Jakarta Islamic Index*) menggunakan data bulan September 2014 sampai Oktober 2020.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan bagi penulis khususnya dan mahasiswa pada umumnya tentang metode ANN *Backpropagation*.
2. Memberikan informasi bagi peneliti maupun mahasiswa dalam mencari metode alternatif untuk memprediksi suatu data.

3. Sebagai referensi bagi peneliti, mahasiswa Matematika ataupun Non-Matematika yang senada dengan penelitian ini untuk melakukan penelitian-penelitian selanjutnya.
4. Prediksi indeks harga saham JII dapat membantu pelaku pasar maupun investor untuk mengantisipasi pengambilan keputusan jual beli.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari penelitian ini terdiri dari lima bab, sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penelitian.

Bab II Kajian Pustaka

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang jenis dan sumber data, variabel penelitian dan pengolahan data.

Bab IV Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang model ANN *Backpropagation*, akurasi model menggunakan MSE dan MAPE, perhitungan hasil prediksi nilai indeks harga saham JII menggunakan metode ANN *Backpropagation*.

Bab V Penutup

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat dijadikan acuan bagi peneliti selanjutnya.

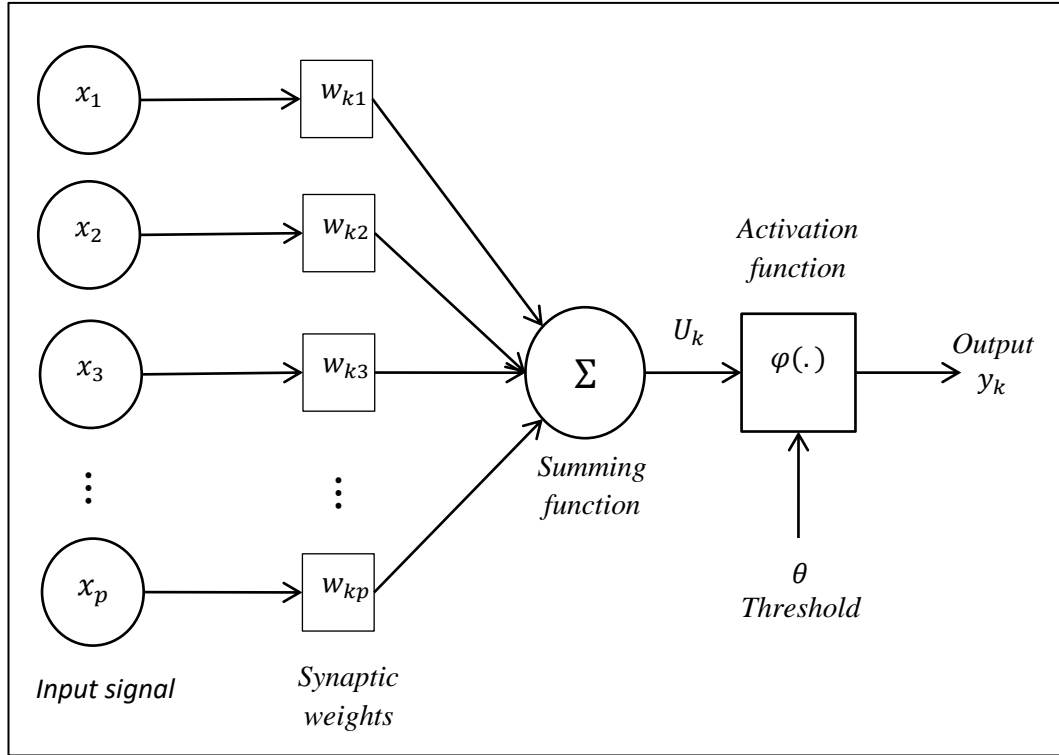
BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Artificial Neural Network* (ANN)

ANN merupakan ilmu *soft computing* dimana arsitektur dan operasi sistem pengerjaannya mengikuti kemampuan otak dalam memberikan stimulasi atau rangsangan seperti halnya melakukan proses yang nantinya memberikan hasil *output* berupa suatu tindakan. Jaringan saraf tiruan dapat dimisalkan sama seperti model komputasi dan matematis yang fungsinya sebagai aproksimasi non-linear, regresi non-parametrik dan klasifikasi data *cluster* atau dapat berfungsi juga sebagai percobaan dari model jaringan saraf tiruan (Puspitaningrum, 2006). ANN merupakan ilmu yang dikembangkan oleh Warren McCulloch dan Walter Pitts pada tahun 1943. ANN merupakan pola pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem saraf secara biologis, seperti proses informasi pada otak manusia. Inti dari gagasan ini adalah struktur yang terdapat pada sistem pengolahan informasi yang terdiri dari elemen proses yang saling berhubungan (*neuron*) kemudian bekerja serentak agar dapat menyelesaikan masalah tertentu (Sutojo, dkk, 2011).

Menirukan karakteristik *neuron* biologis, secara prinsip serangkaian nilai *input* masing-masing dikalikan dengan suatu faktor bobot, kemudian semua *input* yang terboboti tersebut dijumlahkan untuk menentukan tingkat aktivasi suatu *neuron*. Secara sistematis, proses ini digambarkan sebagai berikut ini:



Gambar 2.1 Model Matematis Non-Linier dari Suatu *Neuron*

Gambar 2.1 merupakan model matematis non-linier dimana serangkaian *input signal* disimbolkan dengan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ dan $w_{k1}, w_{k2}, w_{k3}, \dots, w_{kp}$ merupakan bobot-bobot sinaptik dari *neuron k*; terdapat U_k adalah *linear combiner output* yang menjumlahkan bobot dan *input* $w_{kp}x_p$. Fungsi aktivasi yang disimbolkan dengan $\varphi(\cdot)$, θ_k merupakan *threshold* atau nilai batasan dan y_k adalah sinyal *output* dari *neuron*. Penggunaan *threshold* nantinya memberikan pengaruh terhadap *output* U_k dari *linear combiner*.

Satu sel saraf terdiri dari tiga bagian, yaitu fungsi penjumlahan, fungsi aktivasi dan keluaran. Secara sistematis, kita bisa menggambarkan sebuah *neuron k* dengan menuliskan pasangan persamaan sebagai berikut:

$$U_k = \sum_{j=1}^p w_{kj}x_p \quad (2.1)$$

$$y_k = \varphi(u_k - \theta_k) \quad (2.2)$$

Berdasarkan persamaan 2.1 dan 2.2, didefinisikan w_{kj} merupakan bobot antara *input* dan *output layer* ke pj ($p = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 0, 1, 2, \dots, n$) sedangkan untuk nilai x_p merupakan *input* ke p ($p = 1, 2, \dots, n$).

Kelebihan dari ANN adalah sebagai berikut (Hermawan, 2018):

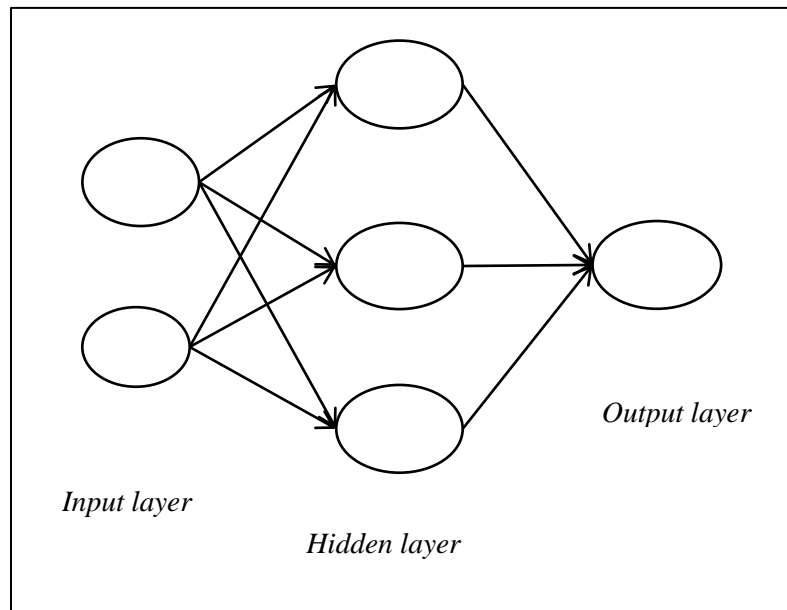
1. Kemampuannya dalam mengolah data meskipun kondisi yang ada mengalami ketidakpastian dan gangguan. Hal ini terjadi dikarenakan adanya generalisasi, abstraksi dan ekstraksi terhadap struktur data.
2. Kemampuannya dalam mempresentasikan secara fleksibel, sehingga menciptakan sendiri representasi melalui pengaturan diri sendiri atau *self organizing*.
3. Kemampuannya dalam memberikan toleransi terhadap suatu *error* atau *fault* pada data karena dianggap sebagai gangguan saja.
4. Kemampuannya memproses data secara efisien dikarenakan sistemnya yang paralel, sehingga hanya memerlukan waktu yang singkat dalam mengoperasikan.

Sedangkan kelemahan dari ANN adalah (Sutojo, dkk., 2011):

1. Metode tersebut tidak berjalan efektif apabila digunakan dalam operasi numerik dengan tingkat ketelitian tinggi.
2. Menjadi tidak efisien apabila digunakan dalam operasi logika, algoritma aritmatik dan simbolis.
3. Membutuhkan suatu data *training*, karena apabila jumlah data yang digunakan banyak, maka waktu pengoperasian yang digunakan sangat lama.

2.1.1 Arsitektur ANN

Secara umum, lapisan pada arsitektur ANN ada tiga lapisan, yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Setiap lapisan tersebut dapat memiliki jumlah *node* dan *neuron* yang berbeda-beda. Arsitektur ANN digambarkan seperti pada Gambar 2.2 (Desiani dan Arhami, 2006).



Gambar 2.2 Arsitektur ANN

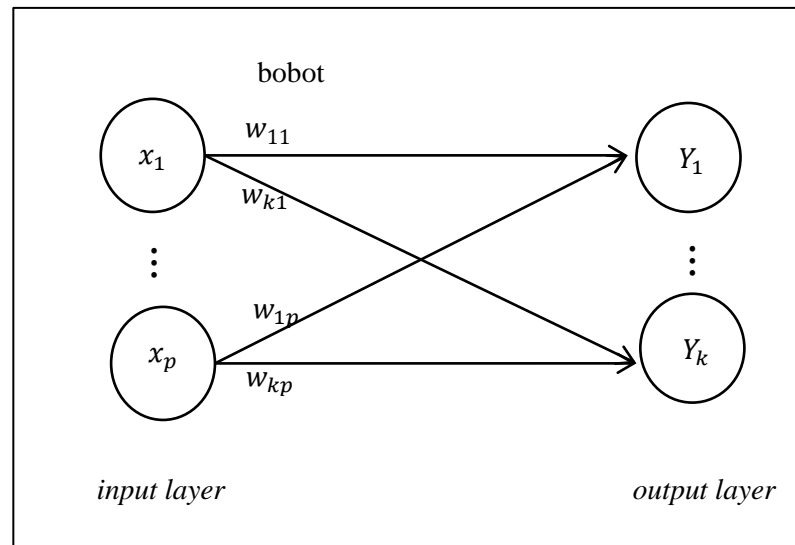
Berdasarkan Gambar 2.2 lapisan arsitektur ANN terdiri dari:

- a. *Input Layer* yaitu lapisan dari beberapa *neuron* yang akan menerima sinyal dari luar kemudian diteruskan ke *neuron* lain yang ada pada jaringan, sesuai dengan cara kerja sel saraf sensorik.
- b. *Hidden Layer* yaitu lapisan tiruan dari sel-sel saraf konektor pada jaringan saraf biologis. Berfungsi untuk meningkatkan kemampuan jaringan.
- c. *Output layer* yaitu lapisan yang berfungsi menyalurkan sinyal-sinyal keluaran hasil proses jaringan yang merupakan tiruan dari sel-sel saraf motorik pada jaringan saraf biologis.

Fausset (1994) menyatakan bahwa di berbagai aplikasi, ANN memiliki beberapa arsitektur yang sering digunakan yaitu:

1. *Single Layer Net* (Jaringan dengan Lapisan Tunggal)

Pada jaringan lapis tunggal, mereka hanya memiliki satu lapis dari bobot koneksi. Sering kali, unit-unit dapat dibedakan sebagai *input* unit dimana dapat menerima sinyal-sinyal dari dunia luar. *Input layer* sepenuhnya terkoneksi ke *output layer* tetapi tidak terkoneksi dengan unit yang berada pada lapisan yang sama. Gambar 2.3 merupakan gambar jaringan lapisan tunggal.

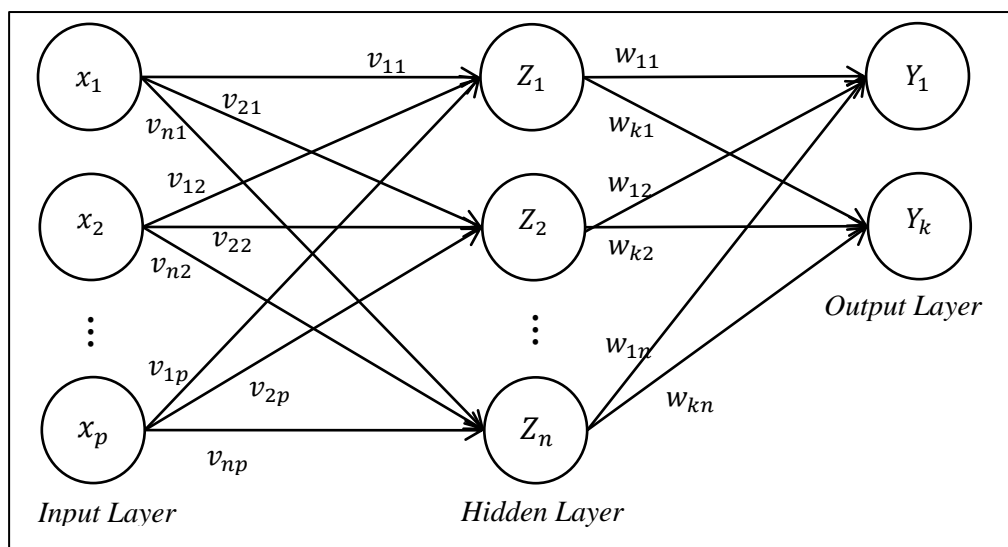


Gambar 2.3 Jaringan Lapisan Tunggal

Gambar 2.3 memperlihatkan arsitektur jaringan lapisan tunggal dimana n dengan *input layer* (x_1, x_2, \dots, x_p) dan k buah sebagai *output layer* (y_1, y_2, \dots, y_k) .

2. Multilayer Net (Jaringan dengan Lapisan Banyak)

Jaringan lapisan banyak adalah jaringan dengan satu atau lebih lapis (atau tingkatan) dari simpul (disebut dengan unit tersembunyi) diantara unit *input* dan unit *output*. Terdapat sebuah lapisan dari bobot diantara dua tingkat yang berdekatan dari unit (*input*, *hidden* atau *output*). Gambar 2.4 merupakan jaringan lapisan banyak.

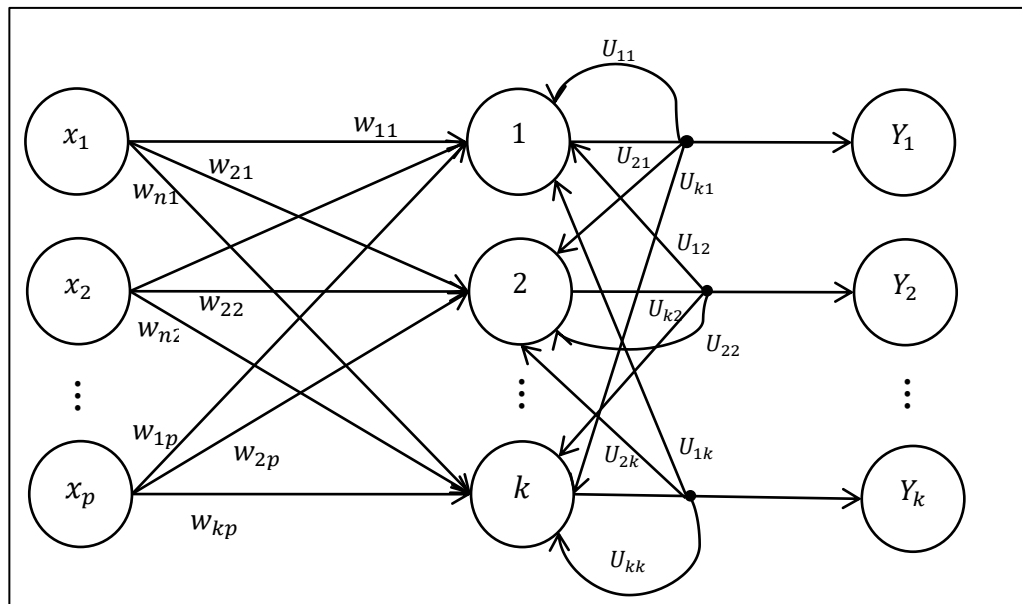


Gambar 2.4 Jaringan Lapisan Banyak

Gambar 2.4 memperlihatkan jaringan lapisan banyak dimana p merupakan *input layer* (x_1, x_2, \dots, x_p), kemudian *hidden layer* yang terdiri dari n unit (Z_1, Z_2, \dots, Z_n) dan k yang merupakan *output layer* (y_1, y_2, \dots, y_k).

3. Jaringan Reccurent (Reccurent Network)

Model jaringan *reccurent* mirip dengan lapisan tunggal maupun lapisan banyak. Hanya saja, terdapat unit *output* yang memberikan sinyal pada *input* (*feedback loop*). Jaringan ini mempunyai karakteristik sederhana dimana hanya memiliki satu perulangan (*loop*) umpan balik. Ilustrasi dari jaringan *reccurent* bisa dilihat pada Gambar 2.5.



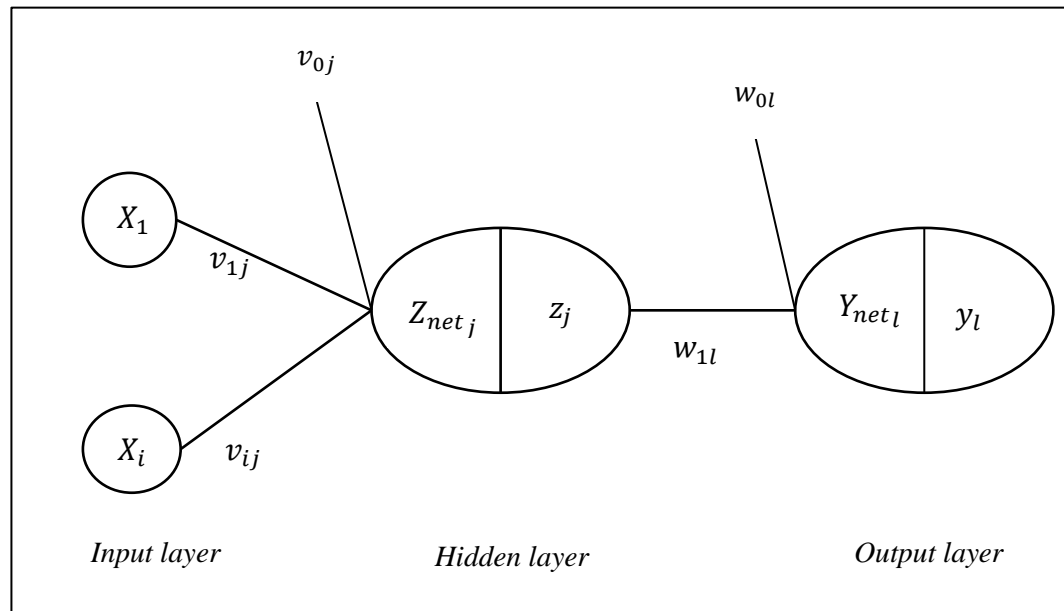
Gambar 2.5 Jaringan Reccurent

2.1.2 Algoritma Backpropagation

Tujuan algoritma *Backpropagation* yang digunakan untuk menemukan fungsi yang bergerak secara berulang sehingga didapatkan fungsi maksimal atau minimal. *Backpropagation* banyak digunakan di beberapa aplikasi pengendalian karena proses *training*-nya didasarkan dengan interkoneksi yang sederhana, yaitu apabila *output* memberikan hasil yang salah maka bobot dikoreksi agar *error* dapat diperkecil dan tanggapan ANN selanjutnya diharapkan mendekati nilai yang benar sehingga menjadikan *Backpropagation* juga berkemampuan untuk memperbaiki bobot pada *hidden layer* (Abhishek, dkk, 2012).

Fausett (1994) menyatakan algoritma *Backpropagation* dalam melakukan *training* terhadap suatu jaringan terdapat 3 tahapan yaitu Fase *Feedforward* (tahap maju), Fase *Backpropagation* dan Fase Perubahan atau Penyesuaian Bobot dengan bobot yang diset berdasarkan bilangan acak. Ketiga fase tersebut dilakukan berulang hingga kondisi penghentian terpenuhi. Kondisi tersebut akan berhenti ketika jumlah iterasi melebihi jumlah maksimum iterasi yang telah ditetapkan. Secara rinci langkah dalam algoritma *Backpropagation* diuraikan sebagai berikut:

Algoritma 1 : Fase *Feedforward* yaitu fase dimana setiap *input* dipropagasi (dihitung maju) menuju *hidden layer* hingga *output layer* dengan menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan.



Gambar 2.6 Algoritma 1 Fase *Feedforward*

1. Setiap unit *input* ($x_i, i = 1, 2, \dots, p$) menerima sinyal *input* x_i dan diteruskan ke *hidden layer*.
2. Jumlahkan tiap *hidden layer* ($Z_j, j = 1, 2, \dots, n$) dengan bobot sinyal *input*.

$$Z_{net\ j} = v_{0j} + \sum_{i=1}^p x_i v_{ji} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$Z_{net\ j}$ = nilai *output* untuk unit Z_j

x_i = nilai *input* pada unit i

v_{ij} = bobot antara *input* unit i dan *layer* j

v_{0j} = bobot bias *input* unit i dan *layer* j

Mengaplikasikan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output* dan kemudian mengirim sinyal ke semua unit dilapisan *output*.

$$z_j = f(Z_{net_j}) = \frac{1}{1 + \exp^{-Z_{net_j}}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

z_j = nilai aktivasi dari unit Z_j

3. Setiap unit *output* ($Y_l, l = 1, 2, \dots, k$) menjumlahkan bobot sinyal *input*.

$$Y_{net_l} = w_{0k} + \sum_{j=1}^n Z_j w_{kj} \quad (2.5)$$

Keterangan:

Y_{net_l} = *input* untuk unit Y_l

w_{0k} = nilai bobot sambungan pada bias untuk unit Y_l

w_{kj} = nilai bobot sambungan dari Z_{ij} ke unit Y_l

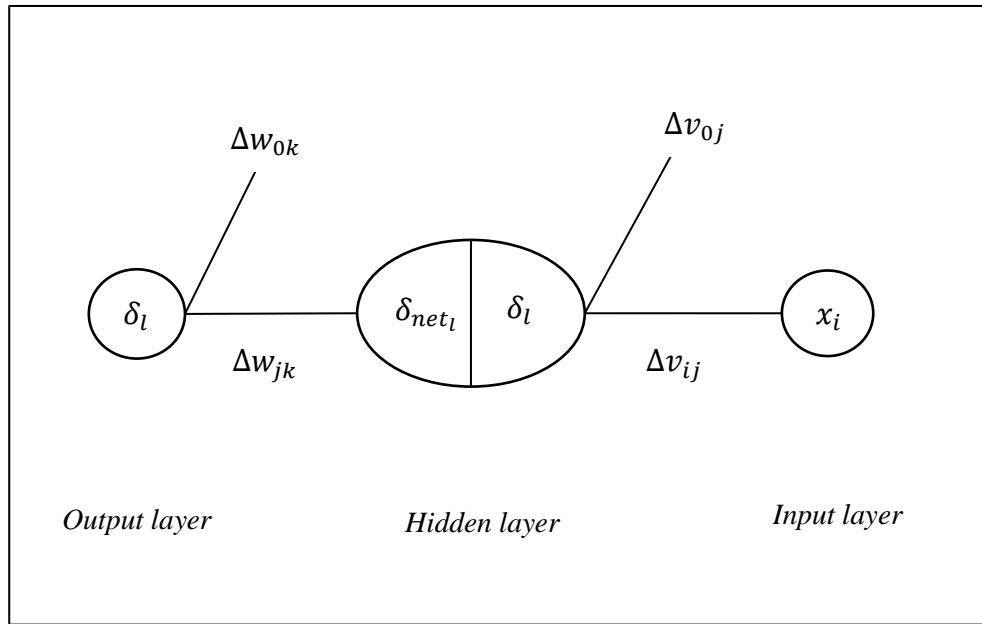
Mengaplikasikan fungsi aktivasinya untuk menghitung sinyal *output*.

$$y_l = f(Y_{net_l}) = \frac{1}{1 + (\exp^{-Y_{net_l}})} \quad (2.6)$$

Keterangan:

y_l = nilai *output*

Algoritma II : Fase *Backpropagation* yaitu fase dimana kesalahan (selisih antara keluaran dengan target yang diinginkan) yang terjadi dipropagasi mundur dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit di *output layer*.



Gambar 2.7 Algoritma II Fase *Backpropagation*

1. Setiap unit *output* ($Y_l, l = 1, 2, \dots, k$) menerima pola target sesuai dengan pola *training input*, menghitung informasi *error*.

$$\delta_l = (t_l - y_l)f'(y_{net_l}) \quad (2.7)$$

Keterangan:

δ_l = nilai aktivasi kesalahan pada *output layer*

t_l = nilai target data

Menghitung bobot barunya (digunakan untuk memperbaharui w_{jk}).

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_l z_j \quad (2.8)$$

Keterangan:

Δw_{jk} = selisih antara $w_{kj}(t)$ dengan $w_{kj}(t + 1)$

α = nilai *learning rate*

z_j = nilai aktivasi dari unit Z_j

Menghitung koreksi bias (digunakan untuk memperbaharui w_{0k})

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_l \quad (2.9)$$

Keterangan:

Δw_{0k} = koreksi nilai bias

Mengirim ke unit *layer* sebelumnya.

2. Setiap *hidden* ($Z_j, j = 1, 2, \dots, n$) menjumlahkan delta *input*.

$$\delta_{net_l} = \sum_{l=1}^k \delta_l w_{kj} \quad (2.10)$$

Keterangan:

δ_{net_l} = nilai untuk menghitung kesalahan *hidden layer*

w_{kj} = bobot dari Z_{ij} ke Y_l

Dikalikan dengan turunan dari fungsi aktivasi untuk menghitung informasi *error*.

$$\delta_l = \delta_{net_l} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_l} z_j (1 - z_j) \quad (2.11)$$

Keterangan:

δ_l = nilai aktivasi kesalahan pada *hidden layer*

Menghitung koreksi bobot (digunakan untuk memperbaharui v_{ij})

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (2.12)$$

Keterangan:

Δv_{ij} = selisih antara $v_{ij}(t)$ dengan $v_{ij}(t + 1)$

x_i = unit ke-i pada *input layer*

Dan menghitung koreksi bias (digunakan untuk memperbaharui v_{0j})

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j \quad (2.13)$$

Keterangan:

Δv_{0j} = koreksi nilai bias

Algoritma III : Perubahan Bobot dan bias yaitu fase dilakukannya modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi.

1. Setiap unit *output* Y_l memperbaharui bias dan bobot ($j = 0, \dots, n$)

$$w_{jl}(\text{baru}) = w_{jl}(\text{lama}) + \Delta w_{jl} \quad (2.14)$$

Setiap *hidden* unit Z_j memperbaharui bobot dan bias ($i = 0, \dots, p$)

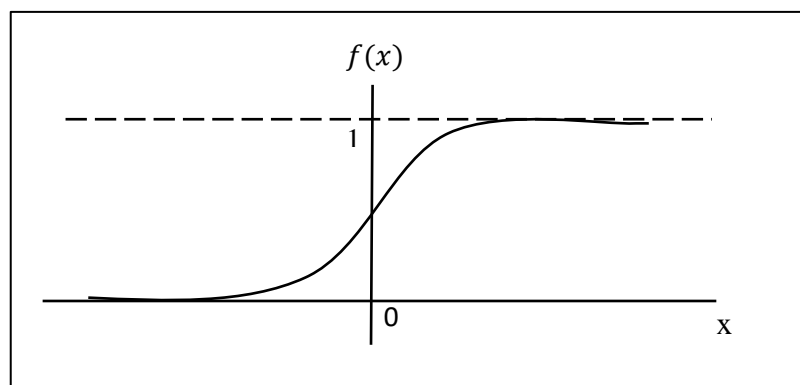
$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (2.15)$$

2. Tes kondisi berhenti.

2.1.3 Fungsi Aktivasi

Menurut Puspitaningrum (2006), dalam ANN fungsi aktivasi berperan sebagai sinyal untuk menentukan *output* ke beberapa *neuron* lainnya. Fungsi aktivasi ini memiliki peranan sangat penting dalam suatu jaringan dimana penggunaannya sesuai kebutuhan dan target yang diinginkan. Fungsi aktivasi ini akan menentukan besarnya bobot. Menurut Kusumadewi (2003), fungsi *sigmoid biner (logistic)* sangat baik diterapkan pada ANN ketika algoritma pembelajarannya menggunakan metode *Backpropagation*. Fungsi *sigmoid biner* memiliki *range* (0,1) baik digunakan pada jaringan yang memiliki nilai keluaran antara 0 sampai 1, yang didefinisikan dan digambarkan secara sistematis seperti berikut (Fausset, 1994):

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2.16)$$



Gambar 2.8 Grafik Fungsi *Sigmoid Biner*

Fausset (2004) menuliskan bahwa sebuah fungsi aktivasi untuk jaringan *Backpropagation* memiliki beberapa karakter yaitu kontinu, dapat terdiferensialkan dengan mudah dan tidak menurun secara monoton. Salah satu fungsi yang memenuhi ketiga syarat tersebut adalah fungsi *sigmoid biner* karena fungsi ini cenderung dapat mengurangi efek nilai *input* yang berlebihan sehingga membuat jaringan kuat dalam menghasilkan *output*.

2.1.4 Nilai MSE dan MAPE

Mean Squared Error (MSE) adalah rata-rata kesalahan kuadrat antara nilai aktual dan nilai prediksi. MSE secara umum digunakan untuk mengevaluasi

rata-rata kesalahan pada pencarian nilai prediksi. Nilai MSE yang rendah atau nilai MSE mendekati nol menunjukkan bahwa hasil prediksi sesuai dengan data aktual dan bisa dijadikan perhitungan prediksi untuk periode mendatang (Khoiri, 2020). Rumus perhitungan MSE adalah sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{l=1}^n (y_l - t_l)^2}{n} \quad (2.17)$$

Keterangan:

y_l = nilai aktual

t_l = nilai prediksi

n = banyaknya data

Mean Square Percentage Error (MAPE) adalah persentase kesalahan rata-rata secara mutlak. Perhitungan MAPE bertujuan untuk mengukur statistik tentang akurasi prediksi pada metode peramalan, menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai aktual kemudian merata-rata kesalahan persentase tersebut. MAPE memberikan informasi seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya (Khoiri, 2020). Terdapat beberapa analisa tentang nilai MAPE yaitu:

Tabel 2.1 Range Nilai MAPE

Range MAPE	Arti Nilai
<10%	Kemampuan model peramalan sangat baik
10%-20%	Kemampuan model peramalan baik
20%-50%	Kemampuan model peramalan layak
>50%	Kemampuan model peramalan buruk

Tabel 2.1 merupakan rentang nilai yang menunjukkan arti nilai persentase *error* pada MAPE, dimana nilai MAPE masih bisa digunakan apabila tidak melebihi 50%, jika nilai MAPE sudah di atas 50% maka model peramalan tersebut tidak bisa digunakan. Rumus MAPE sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\left(\sum_{t=1}^n \left| \left(\frac{y_l - t_l}{y_l} \right) 100 \right| \right)}{n} \quad (2.18)$$

Keterangan:

y_l = nilai aktual

t_l = nilai prediksi

n = banyaknya data

Terdapat simbol absolut pada rumus MAPE menunjukkan bahwa nilai negatif perhitungannya akan tetap bernilai positif.

2.2 Saham

Saham merupakan bukti penyertaan modal kepemilikan saham dalam suatu perusahaan. Saham dalam bahasa Arab dikenal dengan *musahammah* yang artinya saling memberi bagian. Sedangkan saham menurut ulama fikih yaitu modal perusahaan yang diperjualbelikan dengan ketentuan yang diberikan kepada pemilik modal, sesuai dengan presentase modal awal dan dibayarkan sesuai dengan waktu yang disepakati. Bukti penyertaan dan kepemilikan suatu perusahaan yang tercantum didalamnya harga saham dan jumlah kepemilikan saham (Dahlan, 1996).

Harga saham pada bursa efek terbentuk karena permintaan dan penawaran para investor. Apabila suatu saham mendapatkan peminat yang meningkat maka harga saham tersebut akan meningkat juga. Namun apabila peminatnya menurun maka penawaran penjualan saham akan meningkat sehingga berimbas turunnya harga saham. Faktor tersebut dipengaruhi kebijakan dari direksi, kondisi perusahaan, tingkat suku bunga, harga komoditi, kebijakan pemerintah, investasi lain, tingkat penjualan, dividen, penawaran, permintaan, laju inflasi dan efek dari kemampuan analisis.

Saham yang diterbitkan memungkinkan perusahaan yang membutuhkan modal jangka panjang untuk dipergunakan dalam kepentingan bisnis. Adanya cerminan pergerakan harga saham yang digunakan, merupakan indeks harga saham yang menjadi pedoman bagi investor untuk berinvestasi pada pasar modal (Susanto dan Suryadi, 2010).

Konsep dari saham sendiri tidak berlawanan dengan prinsip syariah. Pada prinsip syariah disebut sebagai *Musyarakah* atau *Syirkah*. Namun saham yang telah diterbitkan oleh perusahaan publik tersebut tidak semua dapat dianggap

sebagai saham syariah. Karena saham dikatakan syariah apabila telah terdaftar dan diterbitkan dengan jelas oleh lembaga yang berwenang, sehingga dinyatakan bahwa kegiatan usahanya tidak bertentangan dengan prinsip-prinsip syariah (Faqih, 2018).

2.2.1 Ciri-ciri Saham

Menurut Fakhruddin & Hadiano (2001) ciri-ciri dan jenis saham adalah:

a. Saham preferen

Saham dengan pembagian labanya tetap, namun ketika perusahaan mengalami kerugian, maka pemegang saham preferen akan diberikan prioritas utama dalam bagi hasil penjualan aset. Saham ini juga memiliki kesamaan dengan obligasi, dimana klaim atas aktiva dan laba sebelumnya akan tetap selama masa berlaku dari saham dan memiliki hak tebus serta dapat ditukar dengan saham biasa. Berikut ciri saham preferen yaitu:

1. Memiliki berbagai tingkat dan dapat diterbitkan dengan ciri-ciri yang berbeda.
2. Tagihan terhadap aktiva dan pendapatan memiliki prioritas lebih tinggi dari saham biasa dalam hal pembagian deviden.
3. Dividen kumulatif, apabila belum dibayarkan dari periode sebelumnya, maka dapat dibayarkan pada periode berjalan dan lebih dahulu dari saham biasa.
4. Konvertibilitas, dapat ditukar menjadi saham biasa bila kesepakatan antara pemegang saham dan organisasi penerbit terbentuk.

b. Saham Biasa

Saham biasa adalah saham yang diklaim berdasarkan *profit* dan *loss* pada perusahaan. Pemegang saham biasa menjadi prioritas terakhir dalam pembagian dividen dari penjualan aset perusahaan karena melakukan likuiditas. Para pemegang saham memiliki kewajiban terbatas. Apabila perusahaan mengalami kebangkrutan, maka kerugian paling besar ditanggung oleh pemegang saham sesuai dengan jumlah yang dibeli saat investasi. Berikut ciri saham biasa:

1. Pemegang saham memiliki hak suara dalam memilih dewan komisaris.
2. Hak pemegang saham didahulukan ketika perusahaan menerbitkan saham baru.
3. Pemegang saham memiliki tanggung jawab terbatas, yaitu sebesar saham yang dimiliki.

2.2.2 Syarat Saham Syariah

Mekanisme perdagangan dan pencatatan dalam saham syariah tidak memiliki perbedaan dengan saham biasa. Sesuai dengan fatwa DSN-MUI No. 80 tahun 2011 (Indonesia, 2011), dimana tata cara perdagangan saham di BEI (Bursa Efek Indonesia) sudah sesuai dengan prinsip syariah yaitu *Bal Al Musawamma*. Namun tidak semua dari saham yang terdaftar di BEI dapat dikategorikan sebagai saham syariah. Sebuah saham akan masuk kategori syariah jika telah memenuhi syarat-syarat tertentu. Berikut merupakan persyaratan agar saham sebuah perusahaan dapat dianggap sebagai saham syariah:

1. Kegiatan perusahaan tidak bertentangan dengan prinsip syariah.

Sebuah saham dikatakan saham syariah apabila perusahaan tersebut melakukan kegiatan usahanya tidak bertentangan dengan prinsip syariah.

2. Total utang lebih kecil dari aset.

Perusahaan tersebut harus memiliki total hutang berbasis bunga yang lebih kecil dibandingkan dengan total aset. Namun hutang tersebut tidak boleh lebih dari 45% dari total aset perusahaan.

3. Pendapatan tidak halal lebih kecil dari pendapatan usaha.

Perusahaan harus memiliki pendapatan usaha yang lebih besar daripada pendapatan bunga ataupun pendapatan tidak halal lainnya, dimana batas maksimal pendapatan bunga atau tidak halal lainnya sebesar 10% dibanding pendapatan usaha keseluruhan.

4. Saham terdaftar DES.

Daftar Efek Saham (DES) merupakan daftar perusahaan mana saja yang memiliki saham syariah. Daftar yang diterbitkan oleh OJK dan Dewan Syariah

Nasional - Majelis Ulama Indonesia (DSN-MUI) tersebut akan dipublikasikan dua kali dalam satu tahun dan dapat dilihat pada laman resmi OJK.

2.2.3 Jenis Indeks Harga Saham

Indeks harga saham adalah suatu indikator yang menunjukkan pergerakan harga saham dalam suatu periode. Indeks ini berfungsi sebagai indikator trend pasar, artinya pergerakan indeks menggambarkan kondisi pasar pada suatu saat (Setiawan, 2020). Menurut laman resmi yang ada pada www.idx.co.id dapat diketahui bahwa terdapat beberapa jenis indeks saham syariah yang telah terdaftar, yaitu sebagai berikut:

a. Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI)

Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) diluncurkan pada tanggal 12 Mei 2011 yang merupakan indeks komposit saham syariah yang tercatat dalam Bursa Efek Indonesia (BEI). ISSI merupakan indikator dari kinerja pasar saham syariah Indonesia dimana konstituennya adalah seluruh saham syariah yang tercatat dan masuk dalam Daftar Efek Syariah (DES) nantinya diterbitkan oleh OJK, sehingga BEI tidak melakukan seleksi saham syariah yang masuk kedalam ISSI.

Konstituen ISSI diseleksi ulang sebanyak dua kali dalam setahun setiap bulan Mei dan November mengikuti jadwal *review* DES. Oleh karena itu setiap periode seleksi bisa terjadi perubahan konstituen ISSI. Metode penghitungan ISSI mengikuti metode perhitungan indeks saham BEI lainnya, yaitu rata tertimbang dari kapitalisasi pasar dengan menggunakan tahun dasar perhitungan ISSI pada Desember 2007.

b. Jakarta Islamic Index (JII)

Jakarta Islamic Index (JII) merupakan indeks saham syariah yang pertama kali diluncurkan dipasar modal Indonesia pada tanggal 9 Juli 2000. Konstituen JII hanya terdiri dari 30 saham syariah yang paling likuid yang tercatat di BEI. Sama seperti ISSI, *review* yang dilakukan menjadi konstituen JII juga dua kali dalam setahun, mengikuti jadwal DES oleh OJK. BEI sendiri melakukan dan menentukan seleksi yang menjadi konstituen JII. Kriteria likuiditas yang

digunakan dalam menyeleksi 30 saham syariah menjadi konstituen JII adalah sebagai berikut:

- (i) Saham syariah yang masuk dalam konstituen Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) dan telah tercatat selama 6 bulan terakhir.
- (ii) Dipilih 60 saham berdasarkan urutan rata-rata kapitalisasi pasar tertinggi selama 1 tahun terakhir.
- (iii) Dari 60 saham tersebut, kemudian dipilih 30 saham berdasarkan rata-rata nilai transaksi harian di pasar regular tertinggi.
- (iv) Tersisa 30 saham yang merupakan saham terpilih.

c. Jakarta Islamic Index 70 (JII70)

Jakarta Islamic Index 70 (JII70) merupakan indeks saham syariah yang diluncurkan BEI pada tanggal 17 Mei 2018. Konstituen JII70 terdiri dari 70 saham syariah yang paling likuid yang tercatat di BEI. Sama seperti ISSI, *review* juga dilakukan dua kali dalam setahun pada bulan Mei dan November, mengikuti jadwal DES oleh OJK. BEI menentukan dan melakukan seleksi yang menjadi konstituen JII70 dengan kriteria likuiditas yang digunakan dalam menyeleksi 70 saham syariah adalah sebagai berikut:

- (i) Saham syariah yang masuk dalam konstituen ISSI telah tercatat selama 6 bulan terakhir.
- (ii) Dipilih 150 saham berdasarkan urutan rata-rata kapitalisasi pasar tertinggi selama 1 tahun terakhir.
- (iii) Dari 150 saham, kemudian dipilih 70 saham berdasarkan rata-rata nilai transaksi harian di pasar regular tertinggi.
- (iv) Sehingga tersisa 70 saham yang terpilih.

2.2.4 Jam Perdagangan Saham

Surat Keputusan Direksi PT Bursa Efek Indonesia Nomor: Kep-00031/BEI/03-2020 perihal Perubahan Waktu Perdagangan atas Transaksi Bursa, sehingga jam perdagangan efek sebagai berikut:

Tabel 2.2 Jam Perdagangan

Hari		Jam
Senin – Jum'at	Sesi I	Pukul 09:00:00 s/d 11:30:00
	Sesi II	Pukul 13:30:00 s/d 14:49:59

Pasar perdagangan menggunakan sesi pra-pembuka, pra-penutup dan pasca penutupan yang dilakukan setiap hari bursa dengan jadwal sebagai berikut:

1. Pra Pembukaan

Tabel 2.3 Agenda Pra Pembuka

Waktu	Agenda
08:45:00-08:55:00	Anggota bursa efek memasukkan penawaran jual dan atau permintaan beli
08:55:01-08:59:59	JATS melakukan proses pembentukan harga pembukaan dan memperjumpakan penawaran jual dengan permintaan beli pada harga pembukaan berdasarkan <i>price</i> dan <i>time priority</i> .

2. Pra Penutupan

Tabel 2.4 Agenda Pra Penutup

Waktu	Agenda
14:50:00-15:00:00	Anggota bursa efek memasukkan penawaran jual atau permintaan beli
15:00:01-15:04:59	JATS melakukan proses pembentukan harga penutupan dan memperjumpakan penawaran jual dengan permintaan beli pada harga penutupan berdasarkan <i>price</i> dan <i>time priority</i>

3. Pasca Penutupan

Tabel 2.5 Agenda Pasca Penutupan

Waktu	Agenda
15:05:00-15:15:00	Anggota bursa efek hanya dapat memasukkan penawaran jual dan atau permintaan beli pada harga penutupan, dan JATS memperjumpakan penawaran jual dengan permintaan beli untuk efek yang sama secara keseluruhan maupun sebagian berdasarkan <i>time priority</i> .

2.2.5 Dasar Hukum Saham Syariah

Berdasarkan hukum yang ada, saham syariah memiliki dasar-dasar yang telah disahkan oleh Dewan Syariah Nasional Majelis Ulama Indonesia sesuai dengan fatwa yang ada (Direktorat Pasar Modal Syariah, 2018), yaitu:

1. Berdasarkan DSN-MUI nomor 80 : 80/DSN-MUI/III/2011
 - i *Tadlis* merupakan tindakan menyembunyikan kecacatan objek akad yang dilakukan oleh penjual untuk mengelabui pembeli seolah-olah objek tersebut tidak cacat.
 - ii *Taghrir* merupakan upaya mempengaruhi orang lain, baik dengan lisan maupun tindakan yang mengandung kebohongan, agar terdorong untuk melakukan transaksi.
 - iii *Tanajusy/Najsy* merupakan tindakan tawar menawar barang dengan harga tinggi oleh pihak yang tidak bermaksud membelinya, untuk menimbulkan kesan banyak pihak yang berniat untuk membelinya.
 - iv *Ikhtikar* merupakan membeli suatu barang yang sangat diperlukan masyarakat pada saat harga mahal dan menimbunnya dengan tujuan untuk menjualnya kembali pada saat harganya lebih mahal.
 - v *Ghisysy* merupakan suatu bentuk *Tadlis*; yaitu penjual menjelaskan/memaparkan keunggulan dan keistimewaan barang yang dijual serta menyembunyikan kecacatannya.
 - vi *Ghabn* merupakan ketidakseimbangan antara dua barang /objek yang dipertukarkan dalam suatu akad, baik segi kualitas maupun kuantitas.
 - vii *Bai' Alma'dun* merupakan melakukan penjualan atas barang (efek syariah) yang belum dimiliki (*short selling*).
 - viii *Riba'* merupakan tambahan yang diberikan dalam pertukaran barang-barang ribawi (*al-amwal al-ribawiyah*) dan tambahan yang diberikan atas pokok utang dengan imbalan penangguhan pembayaran secara mutlak.
2. Berdasarkan dasar hukum dalam Undang-Undang Nomor 21 tahun 2011 tentang OJK (Otoritas Jasa Keuangan).

3. Berdasarkan dasar hukum yang menerapkan prinsip-prinsip syariah dalam Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1995 tentang Pasar Modal.
4. Berdasarkan dasar hukum, peraturan dalam kegiatan pasar modal syariah, antara lain:
 - a. POJK No. 15/POJK.04/2015
 - b. POJK No. 16/POJK.04/2015
 - c. POJK No. 17/POJK.04/2015
 - d. POJK No. 18/POJK.04/2015
 - e. POJK No. 19/POJK.04/2015
 - f. POJK No. 20/POJK.05/2015
 - g. POJK No. 53/POJK.04/2015
 - h. POJK No. 30/POJK.04/2016
 - i. POJK No. 61/POJK.04/2016
 - j. POJK No. 35/POJK.04/2017

Peraturan lainnya yang terkait dengan efek syariah antara lain peraturan yang berkaitan dengan pernyataan pendaftaran, penawaran umum dan perdagangan efek.

5. Berdasarkan fatwa MUI yang terkait dengan kegiatan pasar modal syariah antara lain:
 - a. DSN-MUI No. 6/DSN-MUI/IV/2000
 - b. DSN-MUI No. 7/DSN-MUI/IV/2000
 - c. DSN-MUI No. 8/DSN-MUI/IV/2000
 - d. DSN-MUI No. 9/DSN-MUI/IV/2000
 - e. DSN-MUI No.10/DSN-MUI/IV/2000
 - f. DSN-MUI No.11/DSN-MUI/IV/2000
 - g. DSN-MUI No.20/DSN-MUI/IV/2001
 - h. DSN-MUI No.32/DSN-MUI/IX/2002
 - i. DSN-MUI No.33/DSN-MUI/IX/2002
 - j. DSN-MUI No.40/DSN-MUI/X/2003
 - k. DSN-MUI No.41/DSN-MUI/III/2004
 - l. DSN-MUI No.50/DSN-MUI/III/2006
 - m. DSN-MUI No.59/DSN-MUI/IV/2007

- n. DSN-MUI No.65/DSN-MUI/III/2008
- o. DSN-MUI No.66/DSN-MUI/III/2008
- p. DSN-MUI No.69/DSN-MUI/VI/2008
- q. DSN-MUI No.70/DSN-MUI/VI/2008
- r. DSN-MUI No.71/DSN-MUI/VI/2008
- s. DSN-MUI No.76/DSN-MUI/VI/2010
- t. DSN-MUI No.80/DSN-MUI/III/2011
- u. DSN-MUI No.94/DSN-MUI/IV/2014
- v. DSN-MUI No.95/DSN-MUI/VII/2014
- w. DSN-MUI No.96/DSN-MUI/IV/2015

2.3 *Artificial Neural Network* dalam Al-Qur'an

ANN merupakan sistem komputasi dimana arsitektur dan operasinya berkaca dari sel saraf biologis manusia dalam otak. Sederhananya dapat dikatakan bahwa jaringan syaraf tiruan terinspirasi dari jaringan saraf manusia. Metode ini diciptakan karena jaringan saraf manusia memiliki keunggulan yang dapat mengenali sesuatu dengan cepat misalnya mengenali suatu benda, wajah, atau mengingat suatu kejadian. Dengan memperlihatkan prinsip kerja tersebut terbukti betapa luasnya pengetahuan Allah SWT sebagaimana yang tercantum pada ayat Al-Qur'an surat An-Nisaa' ayat 126:

وَلِلَّهِ مَا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَكَانَ اللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ مُّحِيطًا ﴿١٢٦﴾

Artinya: "*Kepunyaan Allah-lah apa yang di langit dan apa yang di bumi, dan adalah (pengetahuan) Allah maha meliputi segala sesuatu.*"(Q.S. An-Nisaa':126)

Ayat tersebut dimaksudkan bahwa alam semesta yang diciptakan Allah SWT memiliki manfaat dan pengetahuannya masing-masing. Seperti adanya pengetahuan tentang langit yang dipelajari dalam ilmu Astronomi, kemudian pengetahuan tentang Biologi, Geologi yang membahas tentang bumi. Semua penciptaan tersebut kepunyaan Allah yang berupa pengetahuan. Seperti halnya prinsip kerja dari ANN merupakan salah satu dari luasnya pengetahuan yang diciptakan oleh Allah SWT. Kemudian dari pengetahuan yang luas tersebut

dikembangkan oleh manusia terutama para peneliti sehingga dapat kita pelajari dengan cara yang berbeda-beda.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif dari *Jakarta Islamic Index* (JII). Sedangkan untuk jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis data sekunder. Data sekunder yang digunakan adalah data indeks saham JII periode bulanan yang diambil setiap awal bulan bursa aktif karena penelitian diperuntukkan investor jangka menengah dan panjang, bukan investor *trading* harian. Data yang diambil adalah data dari bulan September 2014 sampai dengan bulan Oktober 2020. Jumlah observasi n yang didapatkan sejumlah 73. Data diperoleh berdasarkan sumber yang ada pada salah satu situs saham di Indonesia yaitu *yahoo finance*.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel Bebas (X)

Variabel bebas merupakan variabel masukan yang digunakan pada metode ANN. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah sebagai berikut:

a. Data *Open* (X_1)

Data *Open* merupakan harga pembukaan dari saham dalam hal ini yang dimaksud adalah indeks harga saham JII yang dibuka sesuai jam operasional BEI pada tanggal tersebut. Misalkan pada tanggal 1 September 2014 *open* seharga 693,75.

b. Data *High* (X_2)

Data *high* merupakan harga tertinggi yang diraih sepanjang hari di tanggal tersebut. Misalkan pada tanggal 1 September 2014 indeks harga saham JII tertinggi pada tanggal tersebut seharga 710,19.

c. Data *Low* (X_3)

Data *low* merupakan harga terendah yang diraih sepanjang hari pada tanggal tersebut. Misalkan pada tanggal 1 September 2014 indeks harga saham JII terendah pada tanggal tersebut seharga 678,87.

d. Data *Close* (X_4)

Data *close* merupakan harga penutupan dari saham yang ditutup sesuai dengan waktu operasional kerja BEI pada hari tersebut. Misalkan pada tanggal 1 September 2014 indeks harga saham JII *close* seharga 687.62.

2. Variabel Terikat (t)

Variabel terikat adalah nilai harga saham *open* (harga saham pembukaan) pada awal bulan berikutnya. Pemilihan data *open* sebagai variabel terikat karena keputusan pembelian atau penjualan saham JII dilakukan pada sesi 1 perdagangan bursa saham sehingga acuan yang digunakan adalah data *open*. Tetapi pelaksanaan pembelian dan penjualan saham JII tetap menggunakan harga penutupan pada hari tersebut (Norisa, 2020).

3.3 Pengolahan Data

Langkah- langkah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Statistika Deskriptif

Data yang digunakan merupakan data indeks harga saham JII *open*, *high*, *low*, *close* sebagai variabel bebas. Variabel terikat merupakan data indeks harga saham *open* bulan berikutnya, sehingga *input* data menggunakan variabel bebas dan *output* data menggunakan variabel terikat.

2. Normalisasi data

Normalisasi data dilakukan dengan menyesuaikan data kedalam bentuk skala umum sehingga hasil normalisasi dapat digunakan untuk membandingkan nilai yang ada pada prediksi dan aktual secara akurat. Data dinormalisasi dengan interval $[0,1]$ yang merupakan *range* dari fungsi aktivasi *sigmoid biner*. Rumus perhitungan normalisasi data adalah:

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

3. Pembagian data

Data permodelan yang dilakukan menggunakan ANN *Backpropagation*. Data tersebut dibagi menjadi dua bagian yaitu *training* dan *testing* berdasarkan *split data validation*. Pembagian data pada indeks harga saham JII menggunakan 80% data untuk data *training* yang digunakan untuk mengatur bobot dan bias pada proses ANN dan 20% untuk data *testing* yang digunakan untuk menguji tingkat akurasi model yang diperoleh dari proses *training*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada Lampiran 3 dimana pembagian data yang terbaik adalah 80% : 20%, maka jumlah data *training* pada permodelan ini sebanyak 58 (Lampiran 3) dan data *testing* sebanyak 15 (Lampiran 4).

4. Penginisialisasian Bobot Awal

Penginisialisasian bobot awal yang dilakukan dengan cara teknik *random* ini dilakukan sebelum melakukan proses *training* yang diberikan pada tiap-tiap *neuron* yang saling berhubungan. Faktor bobot ini mendefinisikan hubungan antar *neuron* satu dengan lainnya yang mana semakin besar nilai bobot suatu hubungan tersebut maka semakin penting hubungan dari keduanya. Inisialisasi ini dilakukan untuk semua *layer* yang digunakan seperti bobot untuk *input layer* terhadap *hidden layer* pertama, *hidden layer* pertama terhadap *hidden layer* kedua, dan *hidden layer* kedua terhadap *output layer*.

5. Proses ANN *Backpropagation*

Pelatihan pada penelitian ini menggunakan ANN *Backpropagation* yang memiliki 3 proses yaitu Fase *Feedforward*, Fase *Backpropagation* dan perubahan bobot. Proses pencarian nilai bobot awal seiring dengan proses ANN *Backpropagation*. Pencarian nilai bobot awal dilakukan dengan cara menginisialisasi secara acak yang diberikan pada tiap-tiap *neuron* yang berhubungan dari *neuron input* ke *hidden layer* kemudian *hidden layer* ke *output*. Bobot akhir didapatkan berdasarkan pembaruan bobot yang ada pada fase terakhir. Proses pembaruan bobot akan terus berlangsung sampai diperoleh nilai *error* yang optimal. Berdasarkan proses ANN yang telah dilakukan didapatkan persamaan untuk menghitung prediksi bulan berikutnya.

6. Mendapatkan bobot akhir

Bobot akhir merupakan hasil dari fase ketiga dari proses ANN yaitu proses perubahan bobot. Pada tahap perubahan bobot dilakukan modifikasi bobot dan bias menggunakan koreksi yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, sehingga akan didapatkan bobot baru untuk menghasilkan target yang sesuai. Proses tersebut akan terus berjalan selama kondisi belum terpenuhi dan ketika didapatkan *error* yang optimal maka *training* tersebut akan berhenti sehingga didapatkan bobot dan bias akhir masing-masing lapisan.

7. Menghitung *Mean Square Error*

8. Menghitung akurasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error*

9. Menghitung prediksi nilai harga *open* saham JII bulan berikutnya menggunakan model ANN

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

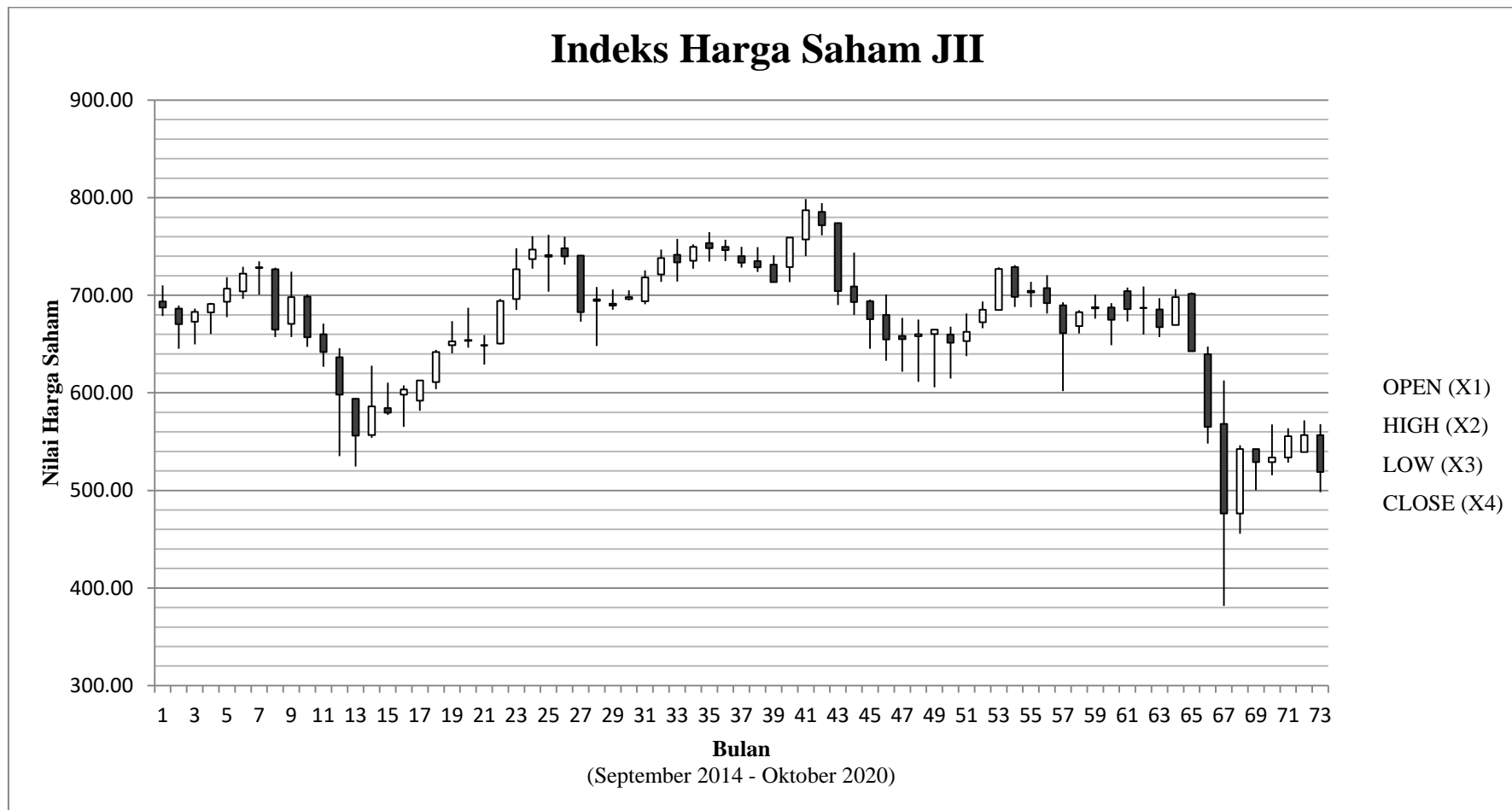
4.1 Statistika Deskriptif

Penelitian ini menggunakan data indeks harga saham JII dimulai dari bulan September 2014 sampai dengan bulan Oktober 2020. Indeks data yang didapatkan ada 4 variabel *input* dan satu variabel sebagai target. Variabel *input* adalah nilai indeks harga saham *open* (X_1), nilai indeks harga saham *high* (X_2), nilai indeks harga saham *low* (X_3), dan nilai indeks harga saham *close* (X_4). Data target merupakan nilai indeks harga saham *open* pada bulan berikutnya. Seperti yang digambarkan pada Gambar 4.1 dan tabel pada Lampiran 1.

Deskripsi data berupa nilai *Mean* dari data *input*, nilai *maximum* dan *minimum* dari setiap data *input*, kemudian nilai *varians*, simpangan baku dan simpangan rata-rata. Seperti pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Nilai *Mean*, *Max*, *Min*, *Varians*, Simpangan Baku dan Rata

	Open (X_1)	High (X_2)	Low (X_3)	Close (X_4)
<i>Mean</i>	674.2796	693.339	644.5701	670.109
<i>Max</i>	785.51	798.77	761.33	787.12
<i>Min</i>	476.39	542.50	381.63	476.39
<i>Varians</i>	4050.74	3481.86	5242.10	4224.17
Simpangan Baku	63.64543	59.00732	72.40235	64.99363
Simpangan Rata	48.33	44.98	54.41	49.56



Gambar 4.1 Grafik Indeks Harga Saham JII

Gambar 4.1 merupakan grafik *candle* dimana grafik ini telah mencakup data *open*, *high*, *low*, *close* dalam satu *candle*, sehingga memudahkan untuk membaca data. *Candle* berwarna hitam dan putih, yang berarti apabila nilai *open* lebih tinggi daripada nilai *close* maka *candle* berwarna hitam. Apabila nilai *open* lebih rendah daripada nilai *close* maka *candle* akan berwarna putih. Garis dibagian atas dan bawah *candle* menunjukkan nilai *high* dan *low* pada bulan tersebut. Grafik *candle* juga dapat memudahkan dalam membaca *trend* saham naik dan turun.

4.2 Normalisasi data

Normalisasi data dilakukan pada data *training* dan *testing* karena nantinya hasil dari normalisasi itu digunakan untuk mengaktifkan fungsi aktivasi *sigmoid biner*. Selain itu proses normalisasi data juga difungsikan untuk menjadikan nilai data *input* menjadi rentang nilai nol sampai satu. Hasil normalisasi dilihat pada Tabel 4.2 (Lampiran 3).

Tabel 4.2 Hasil Normalisasi

	X1	X2	X3	X4	t
1	0.7031573	0.65434893	0.7828285	0.6797863	0.6794772
2	0.6794772	0.57291138	0.6942323	0.6244972	0.6356755
3	0.6356755	0.56186834	0.7058731	0.6649825	0.6663432
4	0.6663432	0.58481289	0.7339479	0.6907926	0.7019281

71	0.1857208	0.08260819	0.3866737	0.2550124	0.2033514
72	0.2033514	0.11483982	0.4151172	0.2583593	0.2597050
73	0.2597050	0.09876302	0.3068738	0.1368069	0.1491654

4.3 Pembagian Data

Pada penelitian kali ini indeks harga saham JII berjumlah 73 data, dibagi kedalam dua data yaitu data *training* dan *testing* yang digunakan sebagai proses pembentukan dan pengujian model. Persentase percobaan digunakan untuk mencari model pembagian data dengan nilai *error* terkecil sehingga model yang

digunakan dalam proses ANN memiliki hasil yang optimal sehingga persentase percobaan yang digunakan adalah 60% : 40%, 70% : 30% dan 80% : 20%. Hasil yang didapatkan untuk persentase percobaan tersebut ada pada Lampiran 2.

Berdasarkan proses pada Lampiran 2, diketahui bahwa nilai MSE terkecil yang didapatkan yaitu 0.001178337 dengan persentase *split* data 80% : 20%. Sehingga model terbaik yang digunakan adalah perbandingan dengan 80% data *training* dan 20% data *testing*. Proses *training* merupakan proses pembelajaran pada sistem *neural-network* untuk mengatur *input* serta pemetaan pada *output* sampai memperoleh model yang sesuai sehingga terjadi pengaturan *weight* (bobot) dan bias. Sedangkan *testing* atau pengujian digunakan untuk menguji ketelitian dari model yang telah diperoleh dari proses *training*. Hasil data *training* ada pada Tabel 4.3 (Lampiran 3) dan hasil data *testing* ada pada Tabel 4.4 (Lampiran 3) berikut:

Tabel 4.3 Nilai Data *Training*

	X1	X2	X3	X4
27	0.8550078	0.77582237	0.7673163	0.6639848
47	0.5886387	0.52472002	0.6323940	0.5749364
53	0.6745924	0.72630429	0.7987622	0.8065523
41	0.9081263	1.00000000	0.9443508	1.0000000
.
.
.
16	0.3935041	0.25473134	0.4831709	0.4085862
34	0.8377653	0.81777032	0.9101396	0.8792521
58	0.6215062	0.55519569	0.7353437	0.6637917

Tabel 4.4 Nilai Data *Testing*

	X1	X2	X3	X4
3	0.6356755	0.56186834	0.7058731	0.6649825
10	0.7191705	0.61844929	0.6993152	0.5812120
13	0.3806289	0.20197448	0.3764814	0.2564928
.
.
.

Lanjutan Tabel 4.4 Nilai Data Testing

	X1	X2	X3	X4
69	0.2138652	0.00000000	0.3122728	0.1692144
70	0.1700958	0.09845085	0.3525678	0.1847585
71	0.1857208	0.08260819	0.3866737	0.2550124

4.4 Pengisialisasian Bobot Awal

Inisialisasi bobot dan bias diberikan sebelum melakukan proses pelatihan suatu sistem jaringan yang ada pada ANN. Berdasarkan Tabel 4.5 sampai dengan Tabel 4.7 didapatkan nilai bobot awal yang telah dihitung secara *random* menggunakan Rstudio sebagai berikut:

Tabel 4.5 Bobot Awal *Hidden Layer 1*

Variable	U[i,]	U[,k]		
		1	2	3
Bias	0	-1.889748	0.48305626	-1.732454
X1	1	-0.717981	0.42108919	-1.393926
X2	2	1.781033	0.84768469	-1.222298
X3	3	-0.700715	-0.05448983	-1.202413
X4	4	1.154763	1.99501728	1.25308

Tabel 4.6 Bobot Awal *Hidden Layer 2*

V[k,]	V[,j]	
	1	2
0	-0.204187	0.855623
1	-1.2894383	0.9996826
2	0.1674855	0.3832543
3	1.6470292	1.9223271

Tabel 4.7 Bobot Awal *Hidden Layer 2 ke Output*

W[j,]	W[,l]
	1
0	-0.2171208
1	-0.231784
2	0.5890104

4.5 Proses ANN *Backpropagation*

Pelatihan ANN *Backpropagation* memiliki tiga proses yaitu fase *Feedforward*, fase *Backpropagation* dan perubahan bobot. *Feedforward*

dilakukan untuk menentukan *output hidden layer* dan nilai dari *output*, sedangkan *Backpropagation* dilakukan untuk menghitung koreksi bobot dan bias yang digunakan. Perubahan bobot dilakukan untuk mencapai nilai *error* yang diinginkan. Perhitungan untuk fase 1: *feedforward* menggunakan persamaan (2.3). Tahapan ini merupakan perhitungan nilai sinyal *input* ke *hidden layer* dengan bobot dan biasnya.

Tabel 4.8 Sinyal *Input* Dari *Input Layer* ke *Hidden Layer* 1

z	Z_{net_k}
1	-0.992732215
2	2.647358991
3	-3.60186929

Setelah *hidden layer* menerima sinyal *input* (Tabel 4.8) yang telah terboboti termasuk biasnya maka dihitung sinyal *output* di *hidden layer* dengan menggunakan fungsi aktivasi berdasarkan persamaan 2.4 dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.9 Sinyal *Output* di *Hidden Layer* 1

Z	Z_k
1	0.27037275
2	0.93384803
3	0.02654864

Penelitian yang dilakukan memiliki 2 *hidden layer* sehingga perhitungan yang digunakan juga sama, yaitu berdasarkan persamaan 2.3 dan 2.4 untuk mendapatkan sinyal *input* dan *output* pada *hidden layer* ke 2 dengan hasil pada Tabel 4.10 dan 4.11.

Tabel 4.10 Sinyal *Input* *Hidden Layer* 1 ke *Hidden Layer* 2

Z	Z_{net_j}
1	-0.352683591
2	1.53484638

Tabel 4.11 Sinyal *Output* di *Hidden Layer* 2

Z	Z_j
1	0.41273181
2	0.82271429

Kemudian sinyal *output* di *hidden layer* 2 pada Tabel 4.11 akan berperan sebagai sinyal *input* di *output layer*. Sinyal *input* tersebut akan diteruskan ke *output layer* dengan bobot-bobot dan bias di *hidden layer* 2 terhadap *output layer* pada tiap unit *output* menggunakan persamaan 2.5. Hasil perhitungan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Sinyal *Input Hidden Layer* 2 ke *Output*

Y	Y_{net_l}
1	0.768666093

Setelah *output layer* menerima sinyal pada Tabel 4.12 dari *hidden layer* 2, maka sinyal tersebut diaktifkan menggunakan fungsi aktivasi seperti pada persamaan 2.6. dengan hasil akhir sebagai berikut:

Tabel 4.13 Sinyal *Output* di *Output Layer*

Y	Y_l
1	0.68323227

Setelah diaktifkan di *layer output*, maka *output* tersebut akan disebarkan ke semua unit di *output layer*. Selanjutnya akan dilakukan fase 2 yaitu *Backpropagation*. Tahap sebelumnya telah didapatkan nilai *output* pada *output layer*. Proses tersebut didapatkan *error* yang digunakan untuk memperbaiki bobot dan bias secara mundur. Perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.7 mendapatkan hasil faktor kesalahan (δ_l) sebesar 0.136632082.

Faktor kesalahan δ_l digunakan untuk memperbaiki bobot (w_{jk}) dan bias (w_{0k}) dengan nilai *learning rate* (α) sebesar 0.01 seperti persamaan 2.8 dan 2.9. Hasil dari perbaikan bobot di *hidden layer* 2 terhadap *output layer* terdapat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Koreksi Bobot Bias di *Hidden Layer* 2 terhadap *Output Layer*

Δw_j	Δw_l
	1
0	0.00033907
1	0.00013995
2	0.000278591

Setiap *hidden layer* pada Tabel 4.11 menerima *input* delta bobot dan bias dari lapisan di atasnya (*output layer*). *Input* delta bobot dan bias tersebut akan digunakan untuk mencari faktor kesalahan δ_{netl} di setiap *hidden layer* seperti pada persamaan 2.10. Faktor kesalahan tersebut diaktifkan menggunakan fungsi aktivasi seperti pada persamaan 2.11. Hasil perhitungan faktor kesalahan setiap *hidden layer* terdapat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Faktor Kesalahan di *Hidden Layer 2*

Z_{2l}	δ_{netl}	δ_l
1	-0.0078591	-0.0019049
2	0.0199717	0.00291298

Setelah didapatkan faktor kesalahan δ_l yang telah diaktifkan dengan fungsi aktivasi, maka faktor kesalahan tersebut akan digunakan untuk mengoreksi bobot-bobot dan bias yang ada pada lapisan dibawahnya yaitu *hidden layer 1* terhadap *hidden layer 2*. Perhitungan menggunakan persamaan 2.8 dan 2.9, sehingga didapatkan hasil koreksi bobot *hidden layer 2* terhadap *output layer* dan faktor kesalahan di *hidden layer 1* seperti pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Koreksi Bobot dan Bias *Hidden Layer 1* terhadap *Hidden layer 2*

Δv_k	Δv_j	
	1	2
0	-1.905E-05	2.913E-05
1	-5.15E-06	7.8759E-06
2	-1.779E-05	2.7203E-05
3	-5.057E-07	7.7336E-07

Sama seperti Tabel 4.15, dilakukan perhitungan faktor kesalahan dari δ_{netk} dan δ_k dengan menggunakan persamaan 2.10 dan 2.11, sehingga mendapatkan hasil seperti pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Faktor Kesalahan di *Hidden Layer 1*

Z_{1l}	δ_{netk}	δ_k
1	0.00536835	0.00105902
2	0.00079736	4.9258E-05
3	0.00246222	6.3633E-05

Koreksi bobot dan bias dilakukan kembali untuk lapisan *hidden layer* 1 terhadap *input layer* dengan perhitungan pada persamaan 2.8 dan 2.9 seperti yang dilakukan pada Tabel 4.16, sehingga mendapatkan hasil Tabel 4.18 berikut:

Tabel 4.18 Koreksi Bobot dan Bias di *Hidden Layer* 1 terhadap *Input Layer*

Δu_i	Δu_k		
	1	2	3
0	1.059E-05	4.9258E-07	4.9258E-07
1	7.4466E-06	3.4636E-07	4.4744E-07
2	6.9297E-06	3.2232E-07	4.1638E-07
3	8.2903E-06	3.856E-07	4.9814E-07
4	7.1991E-06	3.3485E-07	4.3257E-07

Masuk ke fase 3 yaitu modifikasi bobot dan bias sehingga dilakukan modifikasi bobot dan bias menggunakan persamaan 2.14 dan 2.15. Hasil dari perhitungan bobot akhir pada *hidden layer* 1 terdapat pada Tabel 4.19. Sementara hasil bobot akhir dari *hidden layer* 1 ke *hidden layer* 2 terdapat pada Tabel 4.20 dan hasil bobot akhir pada *hidden layer* 2 menuju *output* terdapat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.19 Bobot Akhir *Hidden Layer* 1

Variable	U[i,]	U[,k]		
		1	2	3
Bias	0	-3.4136618	0.0289863	-0.2889458
X1	1	-0.5806985	0.2340537	-0.8706716
X2	2	1.8598177	2.4698222	-0.9528435
X3	3	-0.3081917	-4.6615963	-2.9930546
X4	4	3.2688019	-2.8880375	-4.1678842

Tabel 4.20 Bobot Akhir *Hidden Layer* 2

V[k,]	V[,j]	
	1	2
0	1.095806	-0.5328059
1	-3.846383	3.5567469
2	1.565402	-2.5169954
3	5.337933	-3.7455875

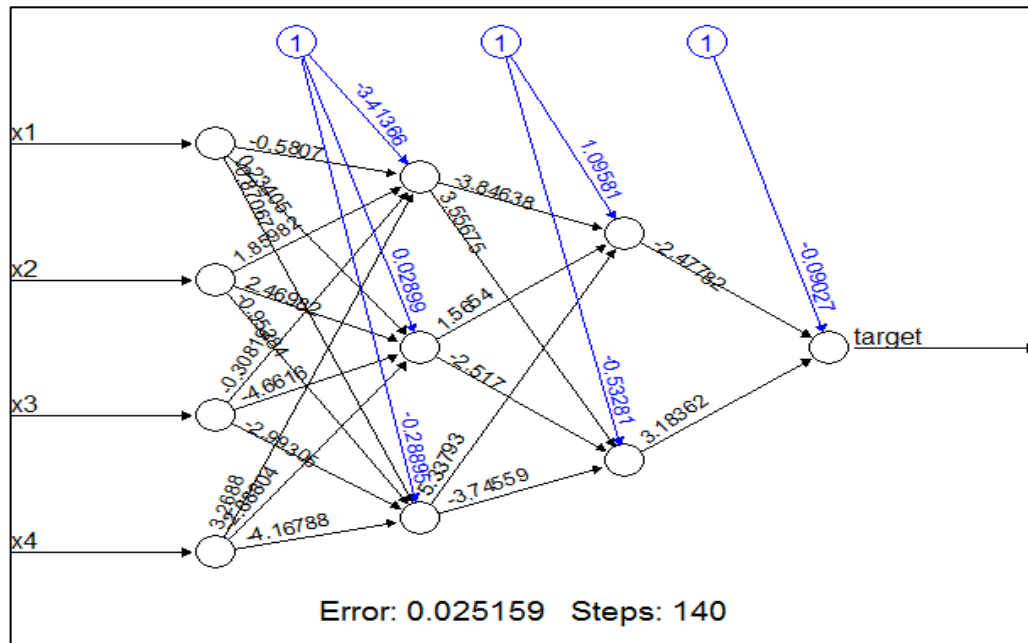
Tabel 4.21 Bobot akhir *Hidden Layer* 2 ke *Output*

W[j,]	W[,1]
	1
0	-0.9026771

Lanjutan **Tabel 4.21**

W[j,]	1
1	-2.47781800
2	3.18361704

Hubungan dari arsitektur antar lapisan yang digunakan dalam proses pembelajaran merupakan arsitektur jaringan dimana setiap unit sel pada satu lapisan dihubungkan penuh terhadap sel-sel unit pada lapisan di depannya sehingga akan ditemukan bobot dan bias dari hubungan antar lapisan seperti pada Gambar 4.2.

**Gambar 4.2** Plot Arsitektur ANN *Hidden Layer 3-2*

Gambar 4.2 merupakan gambaran plot yang secara otomatis telah ditentukan melalui *software* Rstudio dimana hasil nilai bobot akhir pada masing-masing neuron dituliskan dengan warna hitam sedangkan yang berwarna biru merupakan nilai bias pada masing-masing neuron. Sehingga apabila diinterpretasikan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat dituliskan rumus seperti berikut:

$$Z_k = f\left(\sum_{i=1}^4 u_{ik} x_i + u_{0k}\right) \quad (4.1)$$

$$Z_{k1} = f((-0.5806985) * x_1 + 1.8598177 * x_2 + (-0.3081917) * x_3 \\ + 3.2688019 * x_4 + (-3.4136618))$$

Z_{k1} merupakan nilai *output* ke pada *hidden layer* ke 1 yang telah dihitung menggunakan fungsi aktivasi sebagai nilai *input* pada *hidden layer* 2. u_{ik} dan u_{0k} merupakan nilai bobot akhir dan bobot bias yang didapatkan dari model ANN. Selanjutnya untuk mengetahui nilai *output* pada *hidden layer* 2, maka digunakan rumus yang sama dengan persamaan 4.1 hanya saja nilai *input* yang digunakan pada rumus persamaan 4.2 nanti menggunakan nilai *output* pada z_k . Sehingga rumus persamaan 4.2 menjadi:

$$Z_j = f\left(\sum_{i=1}^3 v_{kj} Z_k + v_{0j}\right) \quad (4.2)$$

$$Z_{j1} = f(-3.846383 * Z_{k1} + 1.565402 * Z_{k2} + 5.337933 * Z_{k3} + 1.095806)$$

Z_{j1} merupakan *output* pada *hidden layer* 2 yang telah diaktifkan menggunakan fungsi aktivasi biner. Kemudian v_{kj} merupakan nilai bobot antara *hidden layer* 1 ke *hidden layer* 2. Sedangkan v_{0j} merupakan bias di *hidden layer* 2. Bobot pada masing-masing *input* dan *hidden layer* memiliki nilai positif dan negatif, dimana pada bobot yang bernilai positif terdapat hubungan positif antara bobot dan nilai Z yang dapat menaikkan nilai Z . Sedangkan bobot yang bernilai negatif artinya terdapat hubungan negatif antara bobot dan nilai Z yang akan menurunkan nilai Z . Model matematis ANN yang didapatkan sebagai berikut:

$$y_l = f\left(\sum_{i=1}^j Z_j w_{jl} + w_{0l}\right) \quad (4.3)$$

$$y_l = f((-2.477818) * Z_{j1} + 3.183617 * Z_{j2} + (-0.90268))$$

y_l merupakan *output* dari hasil prediksi nilai harga saham JII ke l setelah diaktifkan menggunakan aktivasi biner. w_{0l} dan w_{jl} adalah bobot bias dan bobot

antara *hidden layer* 2 dan *output layer* sebagai parameter tambahan yang dapat bernilai positif dan negatif sehingga dapat menyesuaikan nilai *output* dari prediksi nilai saham JII. Nilai Z_j merupakan nilai bobot *hidden layer* 2 ke *output layer*.

4.6 Menghitung MSE

Menghitung MSE dilakukan menggunakan data *testing* sesuai pembagian data yang dilakukan sebelumnya. Perhitungan MSE dilakukan dengan cara pengurangan nilai data aktual dengan data prediksi dan hasilnya dikuadratkan kemudian dijumlahkan secara keseluruhan dan dibagi dengan banyaknya data yang ada. Nilai data aktual dan data prediksi yang digunakan untuk menghitung MSE didapat dari proses ANN *Backpropagation* seperti Tabel 4.22 berikut:

Tabel 4.22 Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi

l	Nilai Aktual (y_l)	Nilai Prediksi (t_l)	$y_l - t_l$	$(y_l - t_l)^2$
1	0.6663432	0.6682444	-0.0019012	3.61456E-06
2	0.5941705	0.6066036	-0.0124331	0.000154582
3	0.2602873	0.2638046	-0.0035173	1.23714E-05
4	0.3935041	0.3499131	0.043591	0.001900175
5	0.5569358	0.5955143	-0.0385785	0.001488301
6	0.8842844	0.8630996	0.0211848	0.000448796
7	0.8535844	0.8553673	-0.0017829	3.17873E-06
8	0.8168349	0.7945130	0.0223219	0.000498267
9	0.7526203	0.8022147	-0.0495944	0.002459605
10	0.7040631	0.7648335	-0.0607704	0.003693042
11	0.6901850	0.7290322	-0.0388472	0.001509105
12	0.6253558	0.6369404	-0.0115846	0.000134203
13	0.1700958	0.1971432	-0.0270474	0.000731562
14	0.1857208	0.2179180	-0.0321972	0.00103666
15	0.2033514	0.2633648	-0.0600134	0.003601608
$\frac{(\sum_{l=1}^{22} (y_l - t_l)^2)}{n}$				0.001178338

Sesuai persamaan 2.17 maka didapatkan hasil nilai MSE sebesar 0.001178 seperti pada Lampiran 5. Nilai MSE yang didapatkan menggunakan *neuron* 3-2 dengan nilai MSE sebesar 0.001178 menjadikan *hidden layer* tersebut mendapatkan hasil yang optimal. Nilai *error* pada proses *training* dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya adalah banyaknya percobaan dalam menetapkan

hidden layer, menetapkan jumlah *neuron* serta menerapkan teknik pembelajaran pada jaringan yang direncanakan.

4.7 Menghitung MAPE

MAPE merupakan persentase kesalahan rata-rata secara mutlak ditujukan untuk mengukur statistik tentang akurasi perkiraan (prediksi) pada metode peramalan. Semakin kecil nilai persentase *error* pada MAPE maka semakin akurat hasil peramalan. Pada perhitungan MAPE data yang digunakan merupakan data *testing* berdasarkan pembagian data sebelumnya. Nilai data aktual dan data prediksi yang digunakan untuk menghitung MAPE didapat dari proses ANN *Backpropagation* seperti Tabel 4.23 berikut:

Tabel 4.23 Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi

	Nilai Aktual (y_l)	Nilai Prediksi (t_l)	$y_l - t_l$	$\frac{(y_l - t_l)}{y_l}$	$\left \frac{(y_l - t_l)}{y_l} \right $
1	0.6663432	0.6682444	-0.0019012	-0.002853184	0.002853184
2	0.5941705	0.6066036	-0.0124331	-0.020925138	0.020925138
3	0.2602873	0.2638046	-0.0035173	-0.013513145	0.013513145
4	0.3935041	0.3499131	0.043591	0.110776482	0.110776482
5	0.5569358	0.5955143	-0.0385785	-0.069269205	0.069269205
6	0.8842844	0.8630996	0.0211848	0.023956998	0.023956998
7	0.8535844	0.8553673	-0.0017829	-0.002088721	0.002088721
8	0.8168349	0.7945130	0.0223219	0.027327309	0.027327309
9	0.7526203	0.8022147	-0.0495944	-0.065895645	0.065895645
10	0.7040631	0.7648335	-0.0607704	-0.086313855	0.086313855
11	0.6901850	0.7290322	-0.0388472	-0.056285199	0.056285199
12	0.6253558	0.6369404	-0.0115846	-0.018524814	0.018524814
13	0.1700958	0.1971432	-0.0270474	-0.159012745	0.159012745
14	0.1857208	0.2179180	-0.0321972	-0.173363457	0.173363457
15	0.2033514	0.2633648	-0.0600134	-0.295121647	0.295121647
				$\frac{\left(\sum_{l=1}^{22} \left \frac{(y_l - t_l)}{y_l} \right \right)}{n}$	7.501516968 %

Sesuai persamaan 2.18 maka didapatkan hasil nilai MAPE sebesar 7.50 %. Hasil perhitungan manual sesuai persamaan 2.18 sama dengan hasil komputasi pada Rstudio seperti yang tertera pada Lampiran 5. Dapat dilihat pada Tabel 2.1 mengenai *range* nilai MAPE, dijelaskan bahwa kemampuan model peramalan sangat baik dan akurat memiliki *range* kurang dari 10%. Nilai MAPE yang

didapatkan pada *hidden layer* 3-2 sebesar 7.53 % menunjukkan bahwa kemampuan model peramalan tersebut sangat baik dan akurat.

4.8 Prediksi Nilai Indeks Harga Saham JII

Setelah didapatkan Persamaan 4.1, 4.2, dan 4.3 pada proses ANN, maka persamaan tersebut dapat digunakan untuk memprediksi nilai indeks harga saham JII bulan November 2020 dengan menggunakan nilai X1, X2, X3, dan X4 adalah nilai *open*, *high*, *low*, *close* bulan Oktober 2020, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z_{k1} = f &(-0.5806985 * 0.259704878 + 1.8598177 * 0.098763016 \\ &+ (-0.3081917) * 0.306873823 + 3.2688019 * 0.13680691 \\ &+ (-3.4136618)) = 0.046169256 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{k2} = f &(0.2340537 * 0.259704878 + 2.4698222 * 0.098763016 \\ &+ (-4.6615963) * 0.306873823 + (-2.8880375) \\ &* 0.13680691 + 0.0289863) \\ &= 0.183632658 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{k3} = f &(-0.8706716 * 0.259704878 + (-0.9528435) * 0.098763016 \\ &+ (-2.9930546) * 0.306873823 + (-4.1678842) \\ &* 0.13680691 + (-0.2889458)) \\ &= 0.109305515 \end{aligned}$$

Perhitungan diatas nilai Z_{k1} , Z_{k2} dan Z_{k3} adalah nilai *output* dari *input layer* ke *hidden layer* 1, menggunakan persamaan 4.1. Kemudian nilai *output* yang telah diperoleh di *hidden layer* 1 akan menjadi nilai *input* untuk mencari nilai Z_{j1} , Z_{j2} dan Z_{j3} yang merupakan nilai *output hidden layer* 2 seperti berikut:

$$\begin{aligned} Z_{j1} = f &((-3.846383) * 0.046169256 + 1.565402 * 0.183632658 \\ &+ 5.337933 * 0.109305515 + 1.095806) \\ &= 0.856822518 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_{j_2} &= f((3.5567469) * 0.046169256 + (-2.5169954) * 0.183632658 \\
 &\quad + (-3.7455875) * 0.109305515 + (-0.5328059)) \\
 &= 0.224399527
 \end{aligned}$$

Nilai Z_{j_2} dan Z_{j_3} adalah nilai *output* dari *hidden layer* 2. Langkah yang digunakan juga sama seperti menghitung nilai *output* pada *hidden layer* 1 dan nantinya *output* pada *hidden layer* 2 menjadi nilai *input* untuk mencari nilai *output* prediksi (y_l) berikut:

$$\begin{aligned}
 y_l &= f((-2.47781800 * 0.856822518 + 3.18361704 * 0.224399527 \\
 &\quad + (-0.09026771)) \\
 &= 0.182587283
 \end{aligned}$$

Hasil dari y_l masih bernilai normalisasi sehingga dilakukan denormalisasi yaitu :

$$\begin{aligned}
 denorm &= y_l * (\max(target) - \min(target)) + \min(target) \\
 &= 0.182587283 * (785.51 - 476.39) + 476.39 \\
 &= 532.83
 \end{aligned}$$

Denormalisasi dilakukan untuk mengembalikan data ke bentuk semula sebelum dilakukannya normalisasi, sehingga hasil prediksi nilai harga saham JII bulan November 2020 yaitu sebesar 532.83 dan nilai aktual yang menjadi target bulan November 2020 sebesar 540.16. Maka akurasi dari nilai aktual dan prediksi didapatkan sebesar 98.643%.

Perhitungan ini juga berlaku untuk bulan berikutnya dengan nilai *input* yang digunakan adalah nilai *open*, *high*, *low*, *close* pada bulan terakhir perhitungan semisal, memprediksi untuk bulan Desember 2020, maka nilai *input* yang digunakan adalah nilai *open*, *high*, *low*, *close* pada bulan November 2020.

4.9 Integrasi Kajian Tentang *Artificial Neural Network*

Integrasi yang dikaji berdasarkan penelitian ini, Allah berfirman dalam surat Al-An'am ayat 38 :

وَمَا مِنْ دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا طَائِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلَّا أُمَمٌ أَمْثَالُكُمْ ۚ مَا فَرَّطْنَا فِي
الْكِتَابِ مِنْ شَيْءٍ ثُمَّ إِلَىٰ رَبِّهِمْ يُحْشَرُونَ ﴿٣٨﴾

Artinya : “dan tiadalah binatang-binatang yang ada di bumi dan burung-burung yang terbang dengan kedua sayapnya, melainkan umat (juga) seperti kamu. Tiadalah Kami alpakan sesuatupun dalam Al-Kitab (Al-Qur'an), kemudian kepada Tuhanlah mereka dihimpunkan.”(Q.S. Al-An'am[6] :38).

Ayat diatas menjelaskan bahwa semua yang ada dalam Al-Quran, tidak satu perkarapun yang luput dari Al-Qur'an seperti halnya jaringan saraf tiruan. Pada jaringan saraf tiruan, langkah pertama yang dilakukan adalah *training* (pembelajaran), dimana proses ini jaringan di-*training* terhadap pola karakter untuk mendapatkan bobot-bobot yang sesuai, proses pembelajaran yang dilakukan berulang dengan mengubah nilai bobotnya sampai menghasilkan keluaran yang diinginkan.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai ANN *Backpropagation* dalam memprediksi indeks harga saham *Jakarta Islamic Index* dapat disimpulkan bahwa :

1. Model terbaik jaringan ANN *Backpropagation* dalam memprediksi harga saham JII (*Jakarta Islamic Index*) yaitu model ANN dengan menggunakan 4 variabel pada *input layer*, 3 *hidden layer* pertama, 2 *hidden layer* kedua, dan 1 *output*. Model ANN tersebut menghasilkan nilai MSE sebesar 0.001178.
2. Perhitungan tingkat akurasi dalam penelitian ini menggunakan MAPE. Nilai MAPE yang dihasilkan sebesar 7.5%. Sesuai dengan Tabel 2.1 mengenai range MAPE apabila nilai MAPE bernilai <10% maka model peramalan tersebut sangat baik dan akurat.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Data *input* yang diambil di awal bulan melalui *yahoo finance* tidak selalu pada tanggal 1 dikarenakan pasar saham IDX beroperasi hanya pada hari kerja.
2. Pengkajian ulang data pada penelitian berikutnya dengan menggunakan data tahun 2020-2021 dikarenakan adanya pandemi Covid-19 sehingga menjadikan harga saham mengalami penurunan tajam terutama dimulai pada bulan Maret 2020.
3. ANN dapat dikembangkan untuk model analisis dan pembandingan lainnya dengan jumlah variabel yang lebih banyak dan lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhishek, K., Khairwa, A., Pratap, T., & Prakash, S. (2012). *A stock market prediction model using Artificial Neural Network. 2012 3rd International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2012*. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2012.6396089>.
- Bursa Efek Indonesia.2020. Jam Operasional. (online). (<https://www.idx.co.id/investor/jam-perdagangan/>). diakses 13 Mei 2021.
- Dahlan, A. A. (1996). *Ensiklopedia Hukum Islam* (pertama). PT. Ichtiar Baru Van Hoeve.
- Desiani, Anita, dan Arhami, Muhammad. (2006). *Konsep Kecerdasan Buatan*. Penerbit Andi.
- Direktorat Pasar Modal Syariah. (2018). *Brosur Dpms 18*. Otoritas Jasa Keuangan.
- Fakhrudin, M., & Hadiano. (2001). *Perangkat dan Model Analisis Investasi di Pasar Mdal*. Gramedia.
- Faqih, A. (2018). PRAKTIK JUAL BELI SAHAM SYARI'AH PERSPEKTIF HUKUM ISLAM. *IQTISAD*, 5(1). <https://doi.org/10.31942/iq.v5i1.2207>.
- Fausset, L. V. (1994). *Fundamentals of Neural Network : Architecture, algorithm, and Application*. Prentice Hall.
- Hendromartono, W., & Hartanti, D. (2013). Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode Backpropagation Dalam Memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan (Ihsg). *Journal Teknik Informatika STT-PLN*, 1689–1699.
- Hermawan, A. (2018). *Jaringan Syaraf Tiruan Teori dan Aplikasi*. Penerbit Andi.
- Indonesia, M. U. (2011). *Himpunana Fatwa MUI sejak 1975*. Erlangga.
- Kartalopoulos, stamatis V. (1996). *Understanding Neural Network and Fuzzy Logic : Basic Concepts and Applications*. IEEE Press.
- Khoiri.2020. Cara Menghitung Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

(online), (<https://www.khoiri.com/2020/12/pengertian-dan-cara-menghitung-mean-absolute-percentage-error-mape.html>), diakses 15 April 2021.

Khoiri.2020. Cara Menghitung *Mean Square Error* (MSE). (online), (<https://www.khoiri.com/2020/12/pengertian-dan-cara-menghitung-mean-squared-error-mse.html>), diakses 6 April 2021.

Norisa, Ester Lidya.2020. 6 Hal yang Wajib Diketahui investor Saham Pemula. (online),(https://www.poems.co.id/htm/Freeducation/LPNewsletter/v82/vol82_investorsahampemula.html), diakses 12 Mei 2021.

Puspitaningrum, D. (2006). *Jaringan Syaraf Tiruan*. Penerbit Andi.

Setiawan, Ruben.2020. Apa itu Indeks Harga Saham? ini Pengertiannya dan Daftarnya yang Tercatat di BEI. (online), (<https://lifepal.co.id/media/apa-itu-indeks-harga-saham-ini-pengertiannya-dan-daftarnya/>). diakses 13 Mei 2021.

Susanto, S., &Suryadi, D. (2010). *Pengantar Data Mining: Menggali Pengetahuan dari Bongkahan Data*. Penerbit Andi.

Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, V. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Penerbit Andi.

Yani, Eli. 2005. Artikel Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan. MateriKuliah.com. (diunduh pada tanggal 12 Mei 2020).

Yahoo Finance.2014. (online). Tersedia <http://finance.yahoo.com>.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Indeks data Saham JII pada bulan September 2014 sampai Oktober 2020, data variabel masukan dan variabel target

Date	Open	High	Low	Close	Target
	X_1	X_2	X_3	X_4	t
1/9/2014	693.75	710.19	678.87	687.62	686.43
1/10/2014	686.43	689.32	645.23	670.44	672.89
1/11/2014	672.89	686.49	649.65	683.02	682.37
1/12/2014	682.37	692.37	660.31	691.04	693.37
1/1/2015	693.37	718.68	677.76	706.68	703.97
1/2/2015	703.97	729.08	696.52	722.1	728.61
1/3/2015	728.61	734.85	700.67	728.2	726.81
1/4/2015	726.81	728.28	657.17	664.8	670.61
1/5/2015	670.61	724.29	657.17	698.07	698.7
1/6/2015	698.7	700.99	647.16	656.99	660.06
1/7/2015	660.06	671.05	626.83	641.97	636.43
1/8/2015	636.43	645.67	535.3	598.28	594.05
1/9/2015	594.05	594.26	524.58	556.09	556.85
1/10/2015	556.85	627.89	553.87	586.1	584.45
1/11/2015	584.45	610.47	577.49	579.8	598.03
1/12/2015	598.03	607.78	565.09	603.35	592.11
1/1/2016	592.11	612.75	581.78	612.75	611.1
1/2/2016	611.1	643.98	603.72	641.86	648.92
1/3/2016	648.92	673.45	640.44	652.69	654.27
1/4/2016	654.27	687.24	646.36	653.26	648.55
1/5/2016	648.55	659.09	628.97	648.85	650.66
1/6/2016	650.66	696.24	649.58	694.34	696.13
1/7/2016	696.13	748.17	684.93	726.61	736.96
1/8/2016	736.96	760.46	727.14	746.87	741.14
1/9/2016	741.14	761.86	703.77	739.69	748.11
1/10/2016	748.11	759.93	731.42	739.91	740.69
1/11/2016	740.69	741.32	672.98	682.71	695.97
1/12/2016	695.97	708.42	648.1	694.13	691.52
1/1/2017	691.52	705.86	685.35	689.32	696.28
1/2/2017	696.28	705.13	694.66	698.08	694.04
1/3/2017	694.04	725.48	690.91	718.35	721.49
1/4/2017	721.49	746.98	713.85	738.19	741.66
1/5/2017	741.66	757.86	713.99	733.69	735.36
1/6/2017	735.36	752.07	727.21	749.6	753.52
1/7/2017	753.52	764.64	734.47	748.37	749.74

Lanjutan Lampiran 1

	X₁	X₂	X₃	X₄	t
1/8/2017	749.74	756.81	735.21	746.26	740.25
1/9/2017	740.25	749.56	728.32	733.3	735.22
1/10/2017	735.22	749.35	723.98	728.69	731.36
1/11/2017	731.36	740.9	713.66	713.66	728.89
1/12/2017	728.89	759.27	713.66	759.07	757.11
1/1/2018	757.11	798.77	740.2	787.12	785.51
1/2/2018	785.51	794.54	761.33	771.85	773.88
1/3/2018	773.88	773.97	690.05	704.28	709.04
1/4/2018	709.04	743.8	680.03	693.22	694.03
1/5/2018	694.03	695.74	645.18	675.48	679.87
1/6/2018	679.87	700.65	632.94	654.77	658.35
1/7/2018	658.35	676.97	621.75	655.04	658.1
1/8/2018	658.1	675.29	611.33	659.92	660.29
1/9/2018	660.29	665.08	605.63	664.92	659.79
1/10/2018	659.79	667.83	614.57	651.27	653.09
1/11/2018	653.09	681.39	637.58	662.59	672.34
1/12/2018	672.34	693.51	666.31	685.22	684.92
1/1/2019	684.92	728.63	684.92	727.01	728.85
1/2/2019	728.85	730.93	687.99	698.32	702.85
1/3/2019	702.85	713.87	687.77	704.69	707.32
1/4/2019	707.32	720.42	681.2	691.91	689.74
1/5/2019	689.74	692.86	601.94	661.04	668.51
1/6/2019	668.51	684.78	660.84	682.65	686.74
1/7/2019	686.74	700.51	676.12	687.8	687.44
1/8/2019	687.44	691.96	648.79	675.02	704.21
1/9/2019	704.21	707.96	673.32	685.92	687.24
1/10/2019	687.24	709.17	659.84	686.92	685.6
1/11/2019	685.6	697.11	657.22	667.44	669.7
1/12/2019	669.70	706.23	669.48	698.09	701.38
1/01/2020	701.38	702.94	642.27	642.80	639.54
1/02/2020	639.54	647.51	547.98	565.01	568.07
1/03/2020	568.07	612.75	381.63	476.39	476.39
1/04/2020	476.39	546.46	455.73	542.50	542.50
1/05/2020	542.50	542.50	500.20	528.97	528.97
1/06/2020	528.97	567.73	515.50	533.80	533.80
1/07/2020	533.80	563.67	528.45	555.63	539.25
1/08/2020	539.25	571.93	539.25	556.67	556.67
1/09/2020	556.67	567.81	498.15	518.90	522.50
1/10/2020	522.50	553.52	521.38	545.66	540.16

Lampiran 2 : Pencarian Model ANN

Data		<i>Hidden layer</i>	<i>Error R</i>	MSE
<i>Training</i>	<i>Testing</i>			
60 %	40%	3-2	0.060876	0.001752436
		4-2	0.069872	0.002637720
		4-3	0.055274	0.001683790
		5-2	0.075626	0.002682503
		5-3	0.071726	0.002562698
70%	30%	3-2	0.025474	0.001596922
		4-2	0.043860	0.001675299
		4-3	0.083261	0.003804988
		5-2	0.048637	0.001658232
		5-3	0.035971	0.001665755
80%	20%	3-2	0.025159	0.001178337
		4-2	0.048550	0.001821805
		4-3	0.029939	0.001565133
		5-2	0.046521	0.001255664
		5-3	0.046582	0.001372938

Lampiran 3 : Hasil normalisasi data, data *training* dan data *testing*

	X_1	X_2	X_3	X_4	t
1	0.7031573	0.65434893	0.7828285	0.6797863	0.6794772
2	0.6794772	0.57291138	0.6942323	0.6244972	0.6356755
3	0.6356755	0.56186834	0.7058731	0.6649825	0.6663432
4	0.6663432	0.58481289	0.7339479	0.6907926	0.7019281
5	0.7019281	0.68747805	0.7799052	0.7411257	0.7362189
6	0.7362189	0.72806025	0.8293126	0.7907508	0.8159291
7	0.8159291	0.75057556	0.8402423	0.8103820	0.8101061
8	0.8101061	0.72493854	0.7256782	0.6063463	0.6282997
9	0.6282997	0.70936902	0.7256782	0.7134168	0.7191705
10	0.7191705	0.61844929	0.6993152	0.5812120	0.5941705
11	0.5941705	0.50161939	0.6457730	0.5328742	0.5177277
12	0.5177277	0.40258321	0.4047142	0.3922698	0.3806289
13	0.3806289	0.20197448	0.3764814	0.2564928	0.2602873
14	0.2602873	0.33320326	0.4536213	0.3530718	0.3495730
15	0.3495730	0.26522808	0.5158283	0.3327970	0.3935041
16	0.3935041	0.25473134	0.4831709	0.4085862	0.3743530
17	0.3743530	0.27412495	0.5271267	0.4388376	0.4357855
18	0.4357855	0.39598861	0.5849091	0.5325202	0.5581328
19	0.5581328	0.51098451	0.6816171	0.5673736	0.5754400
20	0.5754400	0.56479494	0.6972083	0.5692080	0.5569358
21	0.5569358	0.45494986	0.6514090	0.5550156	0.5637616
22	0.5637616	0.59991415	0.7056887	0.7014128	0.7108566
23	0.7108566	0.80255200	0.7987885	0.8052650	0.8429413
24	0.8429413	0.85050923	0.9099552	0.8704663	0.8564635
25	0.8564635	0.85597222	0.8484066	0.8473594	0.8790114
26	0.8790114	0.84844110	0.9212273	0.8480675	0.8550078
27	0.8550078	0.77582237	0.7673163	0.6639848	0.7103390
28	0.7103390	0.64744215	0.7017909	0.7007370	0.6959433
29	0.6959433	0.63745269	0.7998947	0.6852573	0.7113419
30	0.7113419	0.63460413	0.8244140	0.7134490	0.7040955

Lanjutan hasil normalisasi data

	X_1	X_2	X_3	X_4	t
31	0.7040955	0.71401256	0.8145378	0.7786825	0.7928960
32	0.7928960	0.79790846	0.8749539	0.8425321	0.8581457
33	0.8581457	0.84036368	0.8753226	0.8280501	0.8377653
34	0.8377653	0.81777032	0.9101396	0.8792521	0.8965127
35	0.8965127	0.86682015	0.9292599	0.8752937	0.8842844
36	0.8842844	0.83626644	0.9312088	0.8685032	0.8535844
37	0.8535844	0.80797596	0.9130629	0.8267950	0.8373124
38	0.8373124	0.80715651	0.9016329	0.8119589	0.8248253
39	0.8248253	0.77418348	0.8744535	0.7635890	0.8168349
40	0.8168349	0.84586569	0.8744535	0.9097287	0.9081263
41	0.9081263	1.00000000	0.9443508	1.0000000	1.0000000
42	1.0000000	0.98349397	1.0000000	0.9508577	0.9623771
43	0.9623771	0.90322707	0.8122728	0.7334020	0.7526203
44	0.7526203	0.78549967	0.7858836	0.6978084	0.7040631
45	0.7040631	0.59796309	0.6941006	0.6407170	0.6582557
46	0.6582557	0.61712257	0.6618646	0.5740675	0.5886387
47	0.5886387	0.52472002	0.6323940	0.5749364	0.5878300
48	0.5878300	0.51816444	0.6049513	0.5906414	0.5949146
49	0.5949146	0.47832364	0.5899394	0.6067325	0.5932971
50	0.5932971	0.48905451	0.6134843	0.5628037	0.5716227
51	0.5716227	0.54196746	0.6740848	0.5992341	0.6338962
52	0.6338962	0.58926133	0.7497498	0.6720626	0.6745924
53	0.6745924	0.72630429	0.7987622	0.8065523	0.8167055
54	0.8167055	0.73527920	0.8068475	0.7142213	0.7325958
55	0.7325958	0.66870878	0.8062681	0.7347215	0.7470562
56	0.7470562	0.69426776	0.7889650	0.6935925	0.6901850
57	0.6901850	0.58672494	0.5802212	0.5942458	0.6215062
58	0.6215062	0.55519569	0.7353437	0.6637917	0.6804801
59	0.6804801	0.61657627	0.7755860	0.6803656	0.6827446
60	0.6827446	0.58321302	0.7036081	0.6392366	0.7369953

Lanjutan hasil normalisasi data

	X_1	X_2	X_3	X_4	t
61	0.7369953	0.64564717	0.7682117	0.6743153	0.6820976
62	0.6820976	0.65036875	0.7327100	0.6775336	0.6767922
63	0.6767922	0.60330901	0.7258098	0.6148425	0.6253558
64	0.6253558	0.63889648	0.7580985	0.7134812	0.7278403
65	0.7278403	0.62605845	0.6864367	0.5355453	0.5277886
66	0.5277886	0.40976314	0.4381090	0.2851994	0.2965839
67	0.2965839	0.27412495	0.0000000	0.0000000	0.0000000
68	0.0000000	0.01545245	0.1951541	0.2127571	0.2138652
69	0.2138652	0.00000000	0.3122728	0.1692144	0.1700958
70	0.1700958	0.09845085	0.3525678	0.1847585	0.1857208
71	0.1857208	0.08260819	0.3866737	0.2550124	0.2033514
72	0.2033514	0.11483982	0.4151172	0.2583593	0.2597050
73	0.2597050	0.09876302	0.3068738	0.1368069	0.1491654

Hasil data *training* setelah dilakukan normalisasi

	X_1	X_2	X_3	X_4	t
27	0.8550078	0.77582237	0.7673163	0.6639848	0.7103390
47	0.5886387	0.52472002	0.6323940	0.5749364	0.5878300
53	0.6745924	0.72630429	0.7987622	0.8065523	0.8167055
41	0.9081263	1.00000000	0.9443508	1.0000000	1.0000000
31	0.7040955	0.71401256	0.8145378	0.7786825	0.7928960
72	0.2033514	0.11483982	0.4151172	0.2583593	0.2597050
42	1.0000000	0.98349397	1.0000000	0.9508577	0.9623771
54	0.8167055	0.73527920	0.8068475	0.7142213	0.7325958
18	0.4357855	0.39598861	0.5849091	0.5325202	0.5581328
4	0.6663432	0.58481289	0.7339479	0.6907926	0.7019281
19	0.5581328	0.51098451	0.6816171	0.5673736	0.5754400
67	0.2965839	0.27412495	0.0000000	0.0000000	0.0000000
12	0.5177277	0.40258321	0.4047142	0.3922698	0.3806289
38	0.8373124	0.80715651	0.9016329	0.8119589	0.8248253
62	0.6820976	0.65036875	0.7327100	0.6775336	0.6767922
57	0.6901850	0.58672494	0.5802212	0.5942458	0.6215062

Lanjutan data *training* setelah dinormalisasi

	X_1	X_2	X_3	X_4	t
32	0.7928960	0.79790846	0.8749539	0.8425321	0.8581457
2	0.6794772	0.57291138	0.6942323	0.6244972	0.6356755
48	0.5878300	0.51816444	0.6049513	0.5906414	0.5949146
22	0.5637616	0.59991415	0.7056887	0.7014128	0.7108566
61	0.7369953	0.64564717	0.7682117	0.6743153	0.6820976
60	0.6827446	0.58321302	0.7036081	0.6392366	0.7369953
9	0.6282997	0.70936902	0.7256782	0.7134168	0.7191705
6	0.7362189	0.72806025	0.8293126	0.7907508	0.8159291
49	0.5949146	0.47832364	0.5899394	0.6067325	0.5932971
52	0.6338962	0.58926133	0.7497498	0.6720626	0.6745924
50	0.5932971	0.48905451	0.6134843	0.5628037	0.5716227
33	0.8581457	0.84036368	0.8753226	0.8280501	0.8377653
73	0.2597050	0.09876302	0.3068738	0.1368069	0.1491654
37	0.8535844	0.80797596	0.9130629	0.8267950	0.8373124
59	0.6804801	0.61657627	0.7755860	0.6803656	0.6827446
1	0.7031573	0.65434893	0.7828285	0.6797863	0.6794772
14	0.2602873	0.33320326	0.4536213	0.3530718	0.3495730
8	0.8101061	0.72493854	0.7256782	0.6063463	0.6282997
23	0.7108566	0.80255200	0.7987885	0.8052650	0.8429413
29	0.6959433	0.63745269	0.7998947	0.6852573	0.7113419
21	0.5569358	0.45494986	0.6514090	0.5550156	0.5637616
25	0.8564635	0.85597222	0.8484066	0.8473594	0.8790114
28	0.7103390	0.64744215	0.7017909	0.7007370	0.6959433
26	0.8790114	0.84844110	0.9212273	0.8480675	0.8550078
30	0.7113419	0.63460413	0.8244140	0.7134490	0.7040955
24	0.8429413	0.85050923	0.9099552	0.8704663	0.8564635
17	0.3743530	0.27412495	0.5271267	0.4388376	0.4357855
40	0.8168349	0.84586569	0.8744535	0.9097287	0.9081263
5	0.7019281	0.68747805	0.7799052	0.7411257	0.7362189
51	0.5716227	0.54196746	0.6740848	0.5992341	0.6338962
7	0.8159291	0.75057556	0.8402423	0.8103820	0.8101061
66	0.5277886	0.40976314	0.4381090	0.2851994	0.2965839
55	0.7325958	0.66870878	0.8062681	0.7347215	0.7470562
45	0.7040631	0.59796309	0.6941006	0.6407170	0.6582557
64	0.6253558	0.63889648	0.7580985	0.7134812	0.7278403

Lanjutan Data *Training* setelah dinormalisasi

	X_1	X_2	X_3	X_4	t
46	0.6582557	0.61712257	0.6618646	0.5740675	0.5886387
68	0.0000000	0.01545245	0.1951541	0.2127571	0.2138652
11	0.5941705	0.50161939	0.6457730	0.5328742	0.5177277
65	0.7278403	0.62605845	0.6864367	0.5355453	0.5277886
16	0.3935041	0.25473134	0.4831709	0.4085862	0.3743530
34	0.8377653	0.81777032	0.9101396	0.8792521	0.8965127
58	0.6215062	0.55519569	0.7353437	0.6637917	0.6804801

Hasil data *testing* setelah dilakukan normalisasi

	X1	X3	X4	X5	t
3	0.6356755	0.56186834	0.7058731	0.6649825	0.6663432
10	0.7191705	0.61844929	0.6993152	0.5812120	0.5941705
13	0.3806289	0.20197448	0.3764814	0.2564928	0.2602873
15	0.3495730	0.26522808	0.5158283	0.3327970	0.3935041
20	0.5754400	0.56479494	0.6972083	0.5692080	0.5569358
35	0.8965127	0.86682015	0.9292599	0.8752937	0.8842844
36	0.8842844	0.83626644	0.9312088	0.8685032	0.8535844
39	0.8248253	0.77418348	0.8744535	0.7635890	0.8168349
43	0.9623771	0.90322707	0.8122728	0.7334020	0.7526203
44	0.7526203	0.78549967	0.7858836	0.6978084	0.7040631
56	0.7470562	0.69426776	0.7889650	0.6935925	0.6901850
63	0.6767922	0.60330901	0.7258098	0.6148425	0.6253558
69	0.2138652	0.00000000	0.3122728	0.1692144	0.1700958
70	0.1700958	0.09845085	0.3525678	0.1847585	0.1857208
71	0.1857208	0.08260819	0.3866737	0.2550124	0.2033514

Lampiran 4 : Script *Artificial Neural Network*

```
#input data
> set.seed(500)
> library(MASS)
> data=read.delim("clipboard")

# pemisahan acak data latih dan data uji untuk model
> index<-sample(1:nrow(data),round(0.8*nrow(data)))
> train<-data[index,]
> test<-data[-index,]

# normalisasi data
> maxs<-apply(data, 2, max)
> mins<-apply(data, 2, min)
> normalize<-function(x){return((x-min(x))/((max(x)-min(x))))}
> scaled<-as.data.frame(lapply(data, normalize))
> View(scaled)

# pemisahan data latih dan data uji
> train_<-scaled[index,]
> test_<-scaled[-index,]

#pelatihan neural network
> library(neuralnet)
> nn<-neuralnet(target~x1+x2+x3+x4, data=train_, hidden=c(3,2), linear.output = F, threshold = 0
.01)
> plot(nn)
> nn$startweights
> nn$result.matrix

#uji output yang dihasilkan
> temp_test<-subset(test_, select =c("x1","x2","x3","x4"))
> temp_test
> nn.results<-compute(nn, temp_test)
> results<-data.frame(actual=test_$target, prediction=nn.results$net.result)
> nn.results
> results

>MSE.nn <-sum(( results$actual - results$prediction)^2)/nrow(results)
>MSE.nn
>MAPE<-(sum(abs(results$actual-results$prediction)/results$actual)*100)/nrow(results)
>MAPE
```

Lampiran 5 : Output script

```
> nn$startweights
```

```
[[1]]  
[[1]][[1]]  
      [,1]      [,2]      [,3]  
[1,] -1.889748  0.48305626 -1.732454  
[2,] -0.717981  0.42108919 -1.393926  
[3,]  1.781033  0.84768469 -1.222298  
[4,] -0.700715 -0.05448983 -1.202413  
[5,]  1.154763  1.99501728  1.253080
```

```
[[1]][[2]]  
      [,1]      [,2]  
[1,] -0.2041870 0.8556230  
[2,] -1.2894383 0.9996826  
[3,]  0.1674855 0.3832543  
[4,]  1.6470292 1.9223271
```

```
[[1]][[3]]  
      [,1]  
[1,] -0.2171208  
[2,] -0.2317840  
[3,]  0.5890104
```

```
> nn$weights
```

```
[[1]]  
[[1]][[1]]  
      [,1]      [,2]      [,3]  
[1,] -3.4136618 0.0289863 -0.2889458  
[2,] -0.5806985 0.2340537 -0.8706716  
[3,]  1.8598177 2.4698222 -0.9528435  
[4,] -0.3081917 -4.6615963 -2.9930546  
[5,]  3.2688019 -2.8880375 -4.1678842
```

```
[[1]][[2]]  
      [,1]      [,2]  
[1,]  1.095806 -0.5328059  
[2,] -3.846383  3.5567469  
[3,]  1.565402 -2.5169954  
[4,]  5.337933 -3.7455875
```

```
[[1]][[3]]  
      [,1]  
[1,] -0.09026771  
[2,] -2.47781800  
[3,]  3.18361704
```

```
> print(nn)
```

```
$call  
neuralnet(formula = target ~ x1 + x2 + x3 + x4, data = train_,  
  hidden = c(3, 2), learningrate = 0.01, linear.output = F)
```

```
$response  
target  
27 0.7103390  
47 0.5878300  
53 0.8167055
```

41 1.0000000
31 0.7928960
72 0.2597050
42 0.9623771
54 0.7325958
18 0.5581328
4 0.7019281
19 0.5754400
67 0.0000000
12 0.3806289
38 0.8248253
62 0.6767922
57 0.6215062
32 0.8581457
2 0.6356755
48 0.5949146
22 0.7108566
61 0.6820976
60 0.7369953
9 0.7191705
6 0.8159291
49 0.5932971
52 0.6745924
50 0.5716227
33 0.8377653
73 0.1491654
37 0.8373124
59 0.6827446
1 0.6794772
14 0.3495730
8 0.6282997
23 0.8429413
29 0.7113419
21 0.5637616
25 0.8790114
28 0.6959433
26 0.8550078
30 0.7040955
24 0.8564635
17 0.4357855
40 0.9081263
5 0.7362189
51 0.6338962
7 0.8101061
66 0.2965839
55 0.7470562
45 0.6582557
64 0.7278403
46 0.5886387
68 0.2138652
11 0.5177277
65 0.5277886
16 0.3743530
34 0.8965127
58 0.6804801

\$covariate

x1 x2 x3 x4

27 0.8550078 0.77582237 0.7673163 0.6639848
47 0.5886387 0.52472002 0.6323940 0.5749364
53 0.6745924 0.72630429 0.7987622 0.8065523
41 0.9081263 1.00000000 0.9443508 1.0000000
31 0.7040955 0.71401256 0.8145378 0.7786825
72 0.2033514 0.11483982 0.4151172 0.2583593
42 1.0000000 0.98349397 1.0000000 0.9508577
54 0.8167055 0.73527920 0.8068475 0.7142213
18 0.4357855 0.39598861 0.5849091 0.5325202
4 0.6663432 0.58481289 0.7339479 0.6907926
19 0.5581328 0.51098451 0.6816171 0.5673736
67 0.2965839 0.27412495 0.0000000 0.0000000
12 0.5177277 0.40258321 0.4047142 0.3922698
38 0.8373124 0.80715651 0.9016329 0.8119589
62 0.6820976 0.65036875 0.7327100 0.6775336
57 0.6901850 0.58672494 0.5802212 0.5942458
32 0.7928960 0.79790846 0.8749539 0.8425321
2 0.6794772 0.57291138 0.6942323 0.6244972
48 0.5878300 0.51816444 0.6049513 0.5906414
22 0.5637616 0.59991415 0.7056887 0.7014128
61 0.7369953 0.64564717 0.7682117 0.6743153
60 0.6827446 0.58321302 0.7036081 0.6392366
9 0.6282997 0.70936902 0.7256782 0.7134168
6 0.7362189 0.72806025 0.8293126 0.7907508
49 0.5949146 0.47832364 0.5899394 0.6067325
52 0.6338962 0.58926133 0.7497498 0.6720626
50 0.5932971 0.48905451 0.6134843 0.5628037
33 0.8581457 0.84036368 0.8753226 0.8280501
73 0.2597050 0.09876302 0.3068738 0.1368069
37 0.8535844 0.80797596 0.9130629 0.8267950
59 0.6804801 0.61657627 0.7755860 0.6803656
1 0.7031573 0.65434893 0.7828285 0.6797863
14 0.2602873 0.33320326 0.4536213 0.3530718
8 0.8101061 0.72493854 0.7256782 0.6063463
23 0.7108566 0.80255200 0.7987885 0.8052650
29 0.6959433 0.63745269 0.7998947 0.6852573
21 0.5569358 0.45494986 0.6514090 0.5550156
25 0.8564635 0.85597222 0.8484066 0.8473594
28 0.7103390 0.64744215 0.7017909 0.7007370
26 0.8790114 0.84844110 0.9212273 0.8480675
30 0.7113419 0.63460413 0.8244140 0.7134490
24 0.8429413 0.85050923 0.9099552 0.8704663
17 0.3743530 0.27412495 0.5271267 0.4388376
40 0.8168349 0.84586569 0.8744535 0.9097287
5 0.7019281 0.68747805 0.7799052 0.7411257
51 0.5716227 0.54196746 0.6740848 0.5992341
7 0.8159291 0.75057556 0.8402423 0.8103820
66 0.5277886 0.40976314 0.4381090 0.2851994
55 0.7325958 0.66870878 0.8062681 0.7347215
45 0.7040631 0.59796309 0.6941006 0.6407170
64 0.6253558 0.63889648 0.7580985 0.7134812
46 0.6582557 0.61712257 0.6618646 0.5740675
68 0.0000000 0.01545245 0.1951541 0.2127571
11 0.5941705 0.50161939 0.6457730 0.5328742
65 0.7278403 0.62605845 0.6864367 0.5355453
16 0.3935041 0.25473134 0.4831709 0.4085862
34 0.8377653 0.81777032 0.9101396 0.8792521
58 0.6215062 0.55519569 0.7353437 0.6637917

```
$model.list
$model.list$response
[1] "target"
```

```
$model.list$variables
[1] "x1" "x2" "x3" "x4"
```

```
$err.fct
function (x, y)
{
  1/2 * (y - x)^2
}
<bytecode: 0x000002f282ddc1d8>
<environment: 0x000002f289bffe88>
attr("type")
[1] "sse"
```

```
$act.fct
function (x)
{
  1/(1 + exp(-x))
}
<bytecode: 0x000002f282dd7870>
<environment: 0x000002f289bffe88>
attr("type")
[1] "logistic"
```

```
$linear.output
[1] FALSE
```

```
$data
      x1      x2      x3      x4
27 0.8550078 0.77582237 0.7673163 0.6639848
47 0.5886387 0.52472002 0.6323940 0.5749364
53 0.6745924 0.72630429 0.7987622 0.8065523
41 0.9081263 1.00000000 0.9443508 1.0000000
31 0.7040955 0.71401256 0.8145378 0.7786825
72 0.2033514 0.11483982 0.4151172 0.2583593
42 1.0000000 0.98349397 1.0000000 0.9508577
54 0.8167055 0.73527920 0.8068475 0.7142213
18 0.4357855 0.39598861 0.5849091 0.5325202
4  0.6663432 0.58481289 0.7339479 0.6907926
19 0.5581328 0.51098451 0.6816171 0.5673736
67 0.2965839 0.27412495 0.0000000 0.0000000
12 0.5177277 0.40258321 0.4047142 0.3922698
38 0.8373124 0.80715651 0.9016329 0.8119589
62 0.6820976 0.65036875 0.7327100 0.6775336
57 0.6901850 0.58672494 0.5802212 0.5942458
32 0.7928960 0.79790846 0.8749539 0.8425321
2  0.6794772 0.57291138 0.6942323 0.6244972
48 0.5878300 0.51816444 0.6049513 0.5906414
22 0.5637616 0.59991415 0.7056887 0.7014128
61 0.7369953 0.64564717 0.7682117 0.6743153
60 0.6827446 0.58321302 0.7036081 0.6392366
9  0.6282997 0.70936902 0.7256782 0.7134168
6  0.7362189 0.72806025 0.8293126 0.7907508
```

49 0.5949146 0.47832364 0.5899394 0.6067325
52 0.6338962 0.58926133 0.7497498 0.6720626
50 0.5932971 0.48905451 0.6134843 0.5628037
33 0.8581457 0.84036368 0.8753226 0.8280501
73 0.2597050 0.09876302 0.3068738 0.1368069
37 0.8535844 0.80797596 0.9130629 0.8267950
59 0.6804801 0.61657627 0.7755860 0.6803656
1 0.7031573 0.65434893 0.7828285 0.6797863
14 0.2602873 0.33320326 0.4536213 0.3530718
8 0.8101061 0.72493854 0.7256782 0.6063463
23 0.7108566 0.80255200 0.7987885 0.8052650
29 0.6959433 0.63745269 0.7998947 0.6852573
21 0.5569358 0.45494986 0.6514090 0.5550156
25 0.8564635 0.85597222 0.8484066 0.8473594
28 0.7103390 0.64744215 0.7017909 0.7007370
26 0.8790114 0.84844110 0.9212273 0.8480675
30 0.7113419 0.63460413 0.8244140 0.7134490
24 0.8429413 0.85050923 0.9099552 0.8704663
17 0.3743530 0.27412495 0.5271267 0.4388376
40 0.8168349 0.84586569 0.8744535 0.9097287
5 0.7019281 0.68747805 0.7799052 0.7411257
51 0.5716227 0.54196746 0.6740848 0.5992341
7 0.8159291 0.75057556 0.8402423 0.8103820
66 0.5277886 0.40976314 0.4381090 0.2851994
55 0.7325958 0.66870878 0.8062681 0.7347215
45 0.7040631 0.59796309 0.6941006 0.6407170
64 0.6253558 0.63889648 0.7580985 0.7134812
46 0.6582557 0.61712257 0.6618646 0.5740675
68 0.0000000 0.01545245 0.1951541 0.2127571
11 0.5941705 0.50161939 0.6457730 0.5328742
65 0.7278403 0.62605845 0.6864367 0.5355453
16 0.3935041 0.25473134 0.4831709 0.4085862
34 0.8377653 0.81777032 0.9101396 0.8792521
58 0.6215062 0.55519569 0.7353437 0.6637917
target
27 0.7103390
47 0.5878300
53 0.8167055
41 1.0000000
31 0.7928960
72 0.2597050
42 0.9623771
54 0.7325958
18 0.5581328
4 0.7019281
19 0.5754400
67 0.0000000
12 0.3806289
38 0.8248253
62 0.6767922
57 0.6215062
32 0.8581457
2 0.6356755
48 0.5949146
22 0.7108566
61 0.6820976
60 0.7369953
9 0.7191705

6 0.8159291
49 0.5932971
52 0.6745924
50 0.5716227
33 0.8377653
73 0.1491654
37 0.8373124
59 0.6827446
1 0.6794772
14 0.3495730
8 0.6282997
23 0.8429413
29 0.7113419
21 0.5637616
25 0.8790114
28 0.6959433
26 0.8550078
30 0.7040955
24 0.8564635
17 0.4357855
40 0.9081263
5 0.7362189
51 0.6338962
7 0.8101061
66 0.2965839
55 0.7470562
45 0.6582557
64 0.7278403
46 0.5886387
68 0.2138652
11 0.5177277
65 0.5277886
16 0.3743530
34 0.8965127
58 0.6804801

\$exclude
NULL

\$net.result
\$net.result[[1]]
[,1]
27 0.72268092
47 0.57934180
53 0.82075370
41 0.90831901
31 0.79857519
72 0.27568494
42 0.89480814
54 0.75073939
18 0.51423659
4 0.69470569
19 0.57492639
67 0.08420706
12 0.35857999
38 0.82842978
62 0.70808895
57 0.60036048

32 0.84427762
2 0.63173232
48 0.58870468
22 0.72318991
61 0.69606082
60 0.64838158
9 0.76429654
6 0.80625648
49 0.58575796
52 0.68561874
50 0.55368730
33 0.84283519
73 0.18258728
37 0.83405721
59 0.69686510
1 0.70847615
14 0.35688078
8 0.65895652
23 0.83645440
29 0.70677422
21 0.54274490
25 0.85469881
28 0.72152256
26 0.85052457
30 0.72487967
24 0.86199372
17 0.41384432
40 0.87595508
5 0.76678959
51 0.61203454
7 0.81569909
66 0.30025543
55 0.75135759
45 0.65237266
64 0.73897490
46 0.60594517
68 0.16892355
11 0.53572076
65 0.56718828
16 0.38219811
34 0.85914573
58 0.66652987

\$weights

\$weights[[1]]

\$weights[[1]][[1]]

[,1] [,2] [,3]

[1,] -3.4136618 0.0289863 -0.2889458

[2,] -0.5806985 0.2340537 -0.8706716

[3,] 1.8598177 2.4698222 -0.9528435

[4,] -0.3081917 -4.6615963 -2.9930546

[5,] 3.2688019 -2.8880375 -4.1678842

\$weights[[1]][[2]]

[,1] [,2]

[1,] 1.095806 -0.5328059

[2,] -3.846383 3.5567469

[3,] 1.565402 -2.5169954
[4,] 5.337933 -3.7455875

\$weights[[1]][[3]]
[1]
[1,] -0.09026771
[2,] -2.47781800
[3,] 3.18361704

\$generalized.weights
\$generalized.weights[[1]]
[1] [2] [3]
27 -0.67272553 1.889838425 0.087619566
47 -0.56831687 1.532670674 0.311865484
53 -0.60962561 1.842092520 -0.132297700
41 -0.30573609 0.935327298 -0.094039182
31 -0.63530383 1.921083111 -0.138106746
72 0.01146856 0.238388014 1.577004515
42 -0.38665908 1.194296127 -0.136314101
54 -0.66262906 1.955567422 -0.065407022
18 -0.47142983 1.290508595 0.401423303
4 -0.64877082 1.916385919 -0.031524292
19 -0.55052937 1.546269096 0.202739631
67 0.10518875 -0.000495808 0.859629410
12 -0.31432950 0.378266510 1.592555116
38 -0.59668093 1.824452896 -0.172629634
62 -0.66012834 1.911287151 0.022253665
57 -0.61693017 1.538492280 0.496107970
32 -0.56595821 1.730256299 -0.163317792
2 -0.61352262 1.734694598 0.127369913
48 -0.58267363 1.557842546 0.339614138
22 -0.66057467 1.940275077 -0.009880234
61 -0.65172762 1.910798276 -0.021080795
60 -0.62610339 1.787079141 0.091559643
9 -0.66361008 1.917737038 0.014955161
6 -0.62739277 1.903179362 -0.149194032
49 -0.57481362 1.559102411 0.306302619
52 -0.64333374 1.902801685 -0.029848494
50 -0.53706105 1.431652559 0.356578341
33 -0.57021417 1.728079289 -0.142552380
73 0.16753854 -0.092337703 2.342112377
37 -0.58636690 1.799953068 -0.181680416
59 -0.64845590 1.926515218 -0.056452995
1 -0.65520122 1.935689856 -0.046641399
14 -0.23765809 0.498596586 1.365241810
8 -0.65177444 1.754264870 0.232767001
23 -0.58492682 1.741941435 -0.091530285
29 -0.65164819 1.946459099 -0.080582798
21 -0.50816584 1.416379196 0.253059733
25 -0.54200696 1.631123754 -0.118545725
28 -0.66610258 1.914634118 0.040036631
26 -0.55119359 1.690358484 -0.170339342
30 -0.65414878 1.980870544 -0.132054939
24 -0.51966713 1.594079639 -0.161395503
17 -0.29701090 0.807138818 0.692464060
40 -0.47205389 1.444187252 -0.140966490

5 -0.65663716 1.958242708 -0.090941636
51 -0.59475176 1.672290860 0.178127446
7 -0.61629363 1.871551765 -0.154385212
66 -0.19924677 0.055595413 1.809217239
55 -0.65790329 1.979626883 -0.119105506
45 -0.63251928 1.786576636 0.118314435
64 -0.66026828 1.963983071 -0.067844503
46 -0.60680399 1.600556264 0.335142381
68 0.21110250 0.049363744 2.467581953
11 -0.51058143 1.359689674 0.354186760
65 -0.56572287 1.454455002 0.381320933
16 -0.24833961 0.629067268 0.912717009
34 -0.52765944 1.626355533 -0.175451102
58 -0.63065701 1.864109239 -0.015275847

[,4]

27 3.9848101
47 3.5898974
53 3.5220602
41 1.7464786
31 3.6722131
72 2.4665093
42 2.2025964
54 3.8631658
18 3.1989692
4 3.8287408
19 3.4369493
67 0.9990113
12 3.1867818
38 3.4216965
62 3.9104193
57 3.9194945
32 3.2456968
2 3.7149243
48 3.6868342
22 3.9116973
61 3.8387695
60 3.7648226
9 3.9155664
6 3.6183524
49 3.6321327
52 3.8023012
50 3.4504326
33 3.2767266
73 2.7623779
37 3.3569985
59 3.8100399
1 3.8472285
14 2.9481130
8 3.9436787
23 3.3884109
29 3.8125165
21 3.2447146
25 3.1200988
28 3.9483655
26 3.1537669
30 3.7990443
24 2.9729177
17 2.5981986

40 2.7023167
5 3.8238716
51 3.6607199
7 3.5468884
66 2.8178871
55 3.8202142
45 3.8096822
64 3.8690864
46 3.7815722
68 3.0805129
11 3.2986758
65 3.5611490
16 2.5523675
34 3.0148030
58 3.7443901

\$startweights
\$startweights[[1]]
\$startweights[[1]][[1]]
[1] [2] [3]
[1,] -1.889748 0.48305626 -1.732454
[2,] -0.717981 0.42108919 -1.393926
[3,] 1.781033 0.84768469 -1.222298
[4,] -0.700715 -0.05448983 -1.202413
[5,] 1.154763 1.99501728 1.253080

\$startweights[[1]][[2]]
[1] [2]
[1,] -0.2041870 0.8556230
[2,] -1.2894383 0.9996826
[3,] 0.1674855 0.3832543
[4,] 1.6470292 1.9223271

\$startweights[[1]][[3]]
[1]
[1,] -0.2171208
[2,] -0.2317840
[3,] 0.5890104

\$result.matrix
[1]
error 0.025159255
reached.threshold 0.009267579
steps 140.000000000
Intercept.to.1layhid1 -3.413661816
x1.to.1layhid1 -0.580698504
x2.to.1layhid1 1.859817746
x3.to.1layhid1 -0.308191699
x4.to.1layhid1 3.268801861
Intercept.to.1layhid2 0.028986297
x1.to.1layhid2 0.234053678
x2.to.1layhid2 2.469822210
x3.to.1layhid2 -4.661596296
x4.to.1layhid2 -2.888037458
Intercept.to.1layhid3 -0.288945755

```

x1.to.1layhid3      -0.870671632
x2.to.1layhid3      -0.952843482
x3.to.1layhid3      -2.993054618
x4.to.1layhid3      -4.167884159
Intercept.to.2layhid1  1.095805862
1layhid1.to.2layhid1 -3.846382802
1layhid2.to.2layhid1  1.565401602
1layhid3.to.2layhid1  5.337933122
Intercept.to.2layhid2 -0.532805917
1layhid1.to.2layhid2  3.556746934
1layhid2.to.2layhid2 -2.516995372
1layhid3.to.2layhid2 -3.745587522
Intercept.to.target  -0.090267709
2layhid1.to.target   -2.477817999
2layhid2.to.target    3.183617042

```

```

attr("class")
[1] "nn"

```

```

> temp_test<-subset(test_, select =c("x1","x2","x3","x4"))
> temp_test

```

```

      x1      x2      x3      x4
3  0.6356755 0.56186834 0.7058731 0.6649825
10 0.7191705 0.61844929 0.6993152 0.5812120
13 0.3806289 0.20197448 0.3764814 0.2564928
15 0.3495730 0.26522808 0.5158283 0.3327970
20 0.5754400 0.56479494 0.6972083 0.5692080
35 0.8965127 0.86682015 0.9292599 0.8752937
36 0.8842844 0.83626644 0.9312088 0.8685032
39 0.8248253 0.77418348 0.8744535 0.7635890
43 0.9623771 0.90322707 0.8122728 0.7334020
44 0.7526203 0.78549967 0.7858836 0.6978084
56 0.7470562 0.69426776 0.7889650 0.6935925
63 0.6767922 0.60330901 0.7258098 0.6148425
69 0.2138652 0.00000000 0.3122728 0.1692144
70 0.1700958 0.09845085 0.3525678 0.1847585
71 0.1857208 0.08260819 0.3866737 0.2550124

```

```

> nn.results

```

```

$neurons

```

```

$neurons[[1]]

```

```

      x1      x2      x3      x4
3  1 0.6356755 0.56186834 0.7058731 0.6649825
10 1 0.7191705 0.61844929 0.6993152 0.5812120
11 1 0.5941705 0.50161939 0.6457730 0.5328742
13 1 0.3806289 0.20197448 0.3764814 0.2564928
15 1 0.3495730 0.26522808 0.5158283 0.3327970
16 1 0.3935041 0.25473134 0.4831709 0.4085862
20 1 0.5754400 0.56479494 0.6972083 0.5692080
34 1 0.8377653 0.81777032 0.9101396 0.8792521
35 1 0.8965127 0.86682015 0.9292599 0.8752937
36 1 0.8842844 0.83626644 0.9312088 0.8685032
39 1 0.8248253 0.77418348 0.8744535 0.7635890
43 1 0.9623771 0.90322707 0.8122728 0.7334020
44 1 0.7526203 0.78549967 0.7858836 0.6978084
46 1 0.6582557 0.61712257 0.6618646 0.5740675
56 1 0.7470562 0.69426776 0.7889650 0.6935925
58 1 0.6215062 0.55519569 0.7353437 0.6637917

```

63 1 0.6767922 0.60330901 0.7258098 0.6148425
65 1 0.7278403 0.62605845 0.6864367 0.5355453
68 1 0.0000000 0.01545245 0.1951541 0.2127571
69 1 0.2138652 0.00000000 0.3122728 0.1692144
70 1 0.1700958 0.09845085 0.3525678 0.1847585
71 1 0.1857208 0.08260819 0.3866737 0.2550124

\$neurons[[2]]

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]
3	1	0.4771019	0.34616500	0.008074991
10	1	0.4585638	0.31090994	0.013381884
11	1	0.3990698	0.25055721	0.017526649
13	1	0.2162912	0.08555218	0.118067110
15	1	0.2514347	0.12139669	0.051842006
16	1	0.2813674	0.13556641	0.043202413
20	1	0.4223823	0.30781919	0.012337606
34	1	0.6507494	0.59284033	0.001807324
35	1	0.6644894	0.60600903	0.001836063
36	1	0.6574448	0.58444224	0.001835231
39	1	0.5918216	0.49214961	0.003438114
43	1	0.6076323	0.52512753	0.005993227
44	1	0.5414971	0.48141204	0.006216046
46	1	0.4404122	0.32278571	0.015170377
56	1	0.5307840	0.41713318	0.005980215
58	1	0.4764027	0.34374798	0.007135384
63	1	0.4674972	0.33080516	0.009926444
65	1	0.4388722	0.28833317	0.017505915
68	1	0.1435391	0.07368326	0.181354686
69	1	0.1588242	0.04927898	0.169535413
70	1	0.1653605	0.06914350	0.140586035
71	1	0.1868123	0.07712027	0.094203016

\$neurons[[3]]

	[,1]	[,2]	[,3]
3	1	0.2018999	0.5411937
10	1	0.2237126	0.5862746
11	1	0.2623977	0.6613960
13	1	0.5556315	0.8694183
15	1	0.4071509	0.8129207
16	1	0.3784329	0.7942665
20	1	0.2290443	0.5963954
34	1	0.1095780	0.2604019
35	1	0.1057660	0.2476586
36	1	0.1107659	0.2660298
39	1	0.1396402	0.3624693
43	1	0.1320563	0.3302627
44	1	0.1504796	0.3860615
46	1	0.2244191	0.5798630
56	1	0.1697774	0.4533483
58	1	0.2016965	0.5429875
63	1	0.2108547	0.5608838
65	1	0.2407678	0.6167672
68	1	0.6863258	0.9042973
69	1	0.6755384	0.9080399
70	1	0.6154444	0.8903118
71	1	0.5223831	0.8663790

```
$net.result  
[,1]  
3 0.6666483  
10 0.6255926  
11 0.5516458  
13 0.2380724  
15 0.3549111  
16 0.3851362  
20 0.6158067  
34 0.8442258  
35 0.8499482  
36 0.8418280  
39 0.7920707  
43 0.8089734  
44 0.7764373  
46 0.6290649  
56 0.7338149  
58 0.6657278  
63 0.6493495  
65 0.5951583  
68 0.1648935  
69 0.1677351  
70 0.2000019  
71 0.2569592
```

```
> results
```

```
      actual prediction  
3 0.6663432 0.6666483  
10 0.5941705 0.6255926  
11 0.5177277 0.5516458  
13 0.2602873 0.2380724  
15 0.3935041 0.3549111  
16 0.3743530 0.3851362  
20 0.5569358 0.6158067  
34 0.8965127 0.8442258  
35 0.8842844 0.8499482  
36 0.8535844 0.8418280  
39 0.8168349 0.7920707  
43 0.7526203 0.8089734  
44 0.7040631 0.7764373  
46 0.5886387 0.6290649  
56 0.6901850 0.7338149  
58 0.6804801 0.6657278  
63 0.6253558 0.6493495  
65 0.5277886 0.5951583  
68 0.2138652 0.1648935  
69 0.1700958 0.1677351  
70 0.1857208 0.2000019  
71 0.2033514 0.2569592
```

```
> MSE.nn
```

```
[1] 0.001178337
```

```
> MAPE
```

```
[1] 7.501516
```


RIWAYAT HIDUP



Ismaliah Ummu Sholikhah, Lahir di Kota Kudus tanggal 29 Agustus 1997. Lahir sebagai anak kedua dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Moch. Taufik Hidayah dan Ibu Sri Rosani. Memiliki satu kakak perempuan bernama Fayadhonur Rahmawati dan satu adik laki-laki bernama Ahmad Fakhruddin Ar-Rozi. Besar di Kota Malang selama 20 tahun dengan memulai menempuh pendidikan taman kanak-kanak di TK ABA 16, kemudian menembuh sekolah dasar di MI Yaspuri Kota Malang, dilanjutkan dengan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 11 Kota Malang dan dilanjutkan MAN 1 Kota Malang dan pada tahun 2015 menempuh pendidikan lanjutan dengan mengambil studi Strata 1 di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Fakultas Saintek program studi Matematika.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAUALANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Ismaliah Ummu Sholikhah
NIM : 15610122
Fakultas/Program Studi: Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi : Penerapan *Artificial Neural Network* untuk Memprediksi Indeks Harga Saham *Jakarta Islamic Index*
Pembimbing I : Ria Dhea Layla Nur Karisma, M.Si
Pembimbing II : Juhari, M.Si

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	25 April 2020	Konsultasi dan Revisi Bab I, Bab II, Bab III	1.
2	2 Juni 2020	Konsultasi Kajian Keagamaan pada Bab I dan Bab II	2.
3	27 Juni 2020	Konsultasi dan Revisi Bab II, dan Bab III	3.
4	10 Agustus 2020	Konsultasi dan Revisi Bab II, Bab III dan Bab IV	4.
5	20 Agustus 2020	Konsultasi dan Revisi Bab III dan Bab IV	5.
6	8 Oktober 2020	Revisi Kajian Keagamaan Bab II dan Bab IV	6.
7	3 Desember 2020	Revisi Bab III, Bab IV dan Bab V	7.
8	11 Desember 2020	Revisi Bab IV	8.
9	22 Januari 2021	Konsultasi Keseluruhan	9.
10	28 Januari 2021	ACC Agama Keseluruhan	10.
11	29 Januari 2021	ACC Keseluruhan	11.

Malang, 1 Februari 2021
Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001